

إصلاح المحركات الكهربية

كتاب عملي في فن إصلاح وتحديد الخلل في محركات ومتممات التيار المتردد والمستمر

تأليف

روبرت روزنبرج

دار القلم

ص.ب ٣٨٧٤

بيروت - لبنان

ابو عبد الله
عبد المهيمن فوزى
غفر الله له
مادة الكتاب/

إصلاح المحركات الكهربية

الجزء الأول

الموضوعات والملحق

الحمد لله الذى تتم بنعمه الصالحات تم نسخ الكتاب اسكنر

نسألكم الدعاء لي ولوالدي بظهر الغيب

اخوكم في الله أبو عبد الله عبد المهيمن فوزي



إصلاح المحركات الكهربية

كتاب عملي
في
لف وإصلاح وتحديد الخلل في
محركات ومنظمات التيار المتردد والمستمر

تأليف

روبرت روزنبرج

رئيس قسم الكهرباء
مدرسة الكسندر هاملتون العليا للتدريب المهني
بروكلين - نيويورك

ترجمة

الدكتور محمد أحمد قمر

المدرس بكلية الهندسة بجامعة الاسكندرية

مراجعة

الدكتور عبد الله محمود الجمال

الأستاذ بكلية الهندسة بجامعة الاسكندرية

الناشر

وكالة المطبوعات
الكويت

دار القلم
بيروت - لبنان

محتـــويات الكتـاب

صفحة

صفحة

ملحق

صفحة

تمهيد

منذ عدة سنوات ، والحاجة ماسة الى كتاب عملى بحت ، لا شأن له بالناحية النظرية ، يتناول موضوع اصلاح المحركات الكهربية واعادة لفها ، ويمكن أن يفهمه ويستفيد به من كانت معرفتهم بقواعد الهندسة الكهربية ضئيلة • وقد تبين لى هذا بوضوح ، بعد اتصالى عدة سنوات بالعمال فى مهنة اصلاح المحركات الكهربية ، وبالطلبة خلال عشر سنوات قضيتها مدرسا لمادة اصلاح المحركات الكهربية ولف المنتجات بالمدارس الفنية الخاصة العالية بمدينة نيويورك • وقد ألفت هذا الكتاب ، وكلى أمل فى أن أستطيع بذلك أن أسد به النقص فى هذه الناحية • وان احتواء الكتاب — فى جزئه العملى — على أكثر من ٩٠٠ رسم توضيحى ، لكفيل بأن يجعل منه مرشدا فى أثناء العمل ، ذا نفع كبير ، ليس للطلبة فحسب ، وانما لعامل الاصلاح أيضا وهو على نضد عمله ، كما أن ذلك سوف يساعد الطالب على فهم الموضوعات بوضوح تام •

واذا كان الباحث عن الخلل فى المحرك ، وهو القائم باصلاحه ، يجب أن يتعلم كيف يقوم بعمله بصورة مرضية ، فى أقل وقت ممكن ، فقد حاولت أن أبين أحسن وأسرع الطرق فى الاختبار والتصليح وبذلك سوف يكون الملخص المسمى « تحديد الخلل واصلاحه » ، الذى يأتى فى آخر كل باب ، ذا نفع خاص من هذه الناحية •

والكتاب يعالج كلا من موضوعى محركات التيار المتردد ، ومحركات التيار المستمر ، باتقان ، كما يعطى عناية كبيرة لتوصيلات ومتاعب المنظمات • ولما كان استعمال آلات السينكرو ، وتنظيم التشغيل بالاجهزة الالكترونية قد ازداد شيوعا عن ذى قبل ، فقد اشتمل الكتاب على مقدمة فى هذين الموضوعين •

وانتهز هذه الفرصة لكى أعبر عن خالص شكرى للسادة صمويل اكسفيلينج ، وآلان توبياس ، وفيليب كين ، وايمانويل كيسنر لاقتراحاتهم ومساعدتهم ، وكذلك للكثيرين من أصحاب المصانع ، الذين زودونى بالصور •

بروكلين ، نيويورك روبرت روزنبرج

الباب الأول

المحركات ذات الوجه المشطور

الأجزاء الرئيسية للمحرك

المحرك ذو الوجه المشطور هو احد محركات التيار المتردد ذات القدرة الكسرية ـ الحصان ، وهو يستعمل لتشغيل بعض الأجهزة مثل الغسالات، والمضخات الصغيرة ، ومواقد الزيت . ويتكون هذا المحرك من اربعة اجزاء رئيسية ، وهى : (١) جزء يدور ويطلق عليه العضو الدائر . (٢) جزء ساكن ويسمى بالعضو الثابت. (٣) الغطاءان الجانبيان ، او الدعامتان الجانبيتان ، وهما مربوطان الى العضو الثابت بمسامير محوية أو مسامير بصواميل . (٤) مفتاح يعمل بقوة المركزية الطاردة موجود بداخل المحرك . ويمثل شكل ١ ـــ ١ المظهر العام لمحرك ذى وجه مشطور ، وهو يغذى عند تشغيله عموما من دائرة قدرة أو دائرة انارة ذات وجه واحد .

العضو الدائر

يبين شكل ١ ـــ ٢ عضوا دائرا ، ويتكون العضو الدائر من ثلاثة اجزاء اساسية : احدها ، وهو القلب ، يتركب من الواح رقيقة من الفولاذ ذات خواص كهربية عالية الجودة تسمى بالرقائق ، والجزء الثانى ، وهو العمود (عمود الادارة) ، يتم تجميع رقائق القلب وضغطها عليه . أما الجزء الثالث فهو ملفات القفص السنجابى التى تتكون من قضبان نحاسية سميكة ، مبيتة فى مجار خاصة بها فى القلب الحديدى ، ويصل بعضها ببعض عند كل من الطرفين حلقة نحاسية سميكة . وفى كثير من المحركات تصب ملفات العضو الدائر كلها كتلة واحدة من الالومنيوم ، وهذا النوع من الملفات هو المبين بشكل ١ ـــ ٢ .

العضو الثابت

يتكون العضو الثابت فى المحرك ذى الوجه المشطور من قلب حديدى مصنوع من الرقائق ، به مجار مغلقة نصفيا ، ومثبت فى اطار من الحديد الزهر او الصلب ، ثم من وحدتين من ملفات النحاس المعزول ، تشغلان المجارى ، ويطلق على احداهما ملفات البدء (او بدء الحركة) وعلى الثانية ملفات الحركة. وفى شكل ١ — ٣ صورة للعضو الثابت ، كما ان شكل ١ — ٤ يمثل رسما تخطيطيا لنوعى الملفات . وعند بدء الحركة يكون كل من نوعى الملفات متصلا بخط القدرة ، حتى اذا ما وصل المحرك الى سرعة معينة ، تنفصل ملفات البدء عن خط القدرة آليا بوساطة المفتاح الذى يعمل بالقوة المركزية الطاردة (مفتاح القوة المركزية او مفتاح الطرد المركزى) ، والموجود بداخل المحرك .

الغطاءان الجانبيان (الدرعان أو الدعامتان الجانبيتان)

يربط الغطاءان الجانبيان مع العضو الثابت بوساطة مسامير محوية ، او مسامير بصواميل ، ومهمتهما الرئيسية حمل العضو الدائر فى وضع معين بالنسبة للعضو الثابت ، وهما مبينان بالشكلين ١ — ٥ و ١ — ٧ . ويرتكز كل طرف من طرفى عمود العضو الدائر فى كرسى « بلى » أو كرسى « جلبة » موجود فى تجويف خاص به فى احد الغطاءين الجانبيين ، وبذلك يصبح ثقل العضو الدائر كله محملا على هذين الكرسيين ، اللذين يحفظانه فى وضع مركزى مضبوط بداخل العضو الثابت ، فتحدث حركة الدوران دون ان يحتك العضو الدائر بالعضو الثابت .

مفتاح الطرد المركزى

مفتاح الطرد المركزى موجود بداخل المحرك ، ومهمته ان يفصل ملفات البدء ، بعد أن يصل العضو الدائر الى سرعة معينة ، ويتكون النوع المالوف منه من جزءين رئيسيين هما : الجزء الساكن (مبين بشكل ١ — ٦) ، وجزء يدور . ويوجد الجزء الساكن على الغطاء الجانبى الأمامى للمحرك ، وبه نقطتا تلامس ، وهو يشبه فى طريقة عمله فاصلا لطرف واحد مفرد ، اما الجزء الذى يدور من المفتاح فيوجد على العضو الدائر ، كما هو موضح بشكل ١ — ٧ .

يمكن توضيح طريقة عمل مفتاح الطرد المركزى على الوجه التالى : بالرجوع الى شكل ١ — ٨ يتضح انه عندما يكون المحرك ساكنا فان طرفى التلامس (التلامسين) على الجزء الساكن من المفتاح يظلان متلامسين بفعل الضغط الواقع عليهما من الجزء الذى يدور . وعندما تصل سرعة المحرك الى

٧٥ فى المائة تقريبا من السرعة الكاملة ، فان الجزء الذى يدور يكون قد رفع ضغطه عن طرفى التلامس ، تاركا لهما حرية الانفصال عن بعضهما ، وعاملا بذلك على فصل ملفات البدء من الدائرة آليا .

وفى نوع آخر لمفتاح الطرد المركزى ، يستعمل على نطاق واسع فى الوقت الحاضر ، يتكون الجزء الساكن من قطعتين من النحاس ، كل منهما على شكل نصف حلقة ، معزولتين احداهما عن الأخرى ، ومثبتتين على الوجه الداخلى للغطاء الجانبى الأمامى ، ويتكون الجزء الذى يدور من ثلاث أصابع نحاسية تحيط بالجزء الساكن وترتكز عليه أثناء بدء المحرك فى الدوران . وهذه الأجزاء كلها مبينة بشكل ١ ــ ٩ . وفى أثناء بدء الحركة تكون قطعتا النحاس على اتصال دائم عن طريق الأصابع النحاسية ، وبذلك تصبح ملفات البدء متصلة فى دائرة المحرك . وعندما تصل سرعة المحرك الى ٧٥ فى المائة تقريبا من قيمتها الكلية تتسبب القوة المركزية الطاردة فى رفع الأصابع من فوق قطعتى النحاس، عاملة بذلك على فصل ملفات البدء من الدائرة .

تشغيل المحرك ذى الوجه المشطور

توجد فى المحرك ذى الوجه المشطور عادة ثلاث وحدات مستقلة من الملفات . وهى لازمة لتشغيل المحرك على الوجه الصحيح ؛ واحدة منها موجودة على العضو الدائرى ، وتعرف بملفات القفص السنجابى ، والأخريان موجودتان على العضو الثابت ، وموضوعتان بالطريقة المبينة فى شكل ١ ــ ١٠ . وكل وحدة من ملفات المحرك المبينة ذات اربعة اقسام او اقطاب .

ملفات القفص السنجابى

تتكون ملفات القفص السنجابى من عدد من قضبان النحاس الغليظة ، مبيتة فى مجارى القلب الحديدى ، وتلتحم أطراف القضبان فى كل من الناحيتين مع حلقة نحاسية سميكة تكمل الدائرة الكهربية ، كما انه يمكن صب القضبان مع الحلقتين قطعة واحدة ، كما هو مبين بشكل ١ ــ ٧ .

ملفات العضو الثابت

تشتمل ملفات العضو الثابت على : (١) ملفات من سلك النحاس السميك المعزول ، موجودة عادة فى قاع مجارى العضو الثابت وتعرف بملفات الحركة او الملفات الرئيسية (٢) ملفـــات من سلك النحاس الرفيع المعزول ، وهى

موضوعة فوق ملفات الحركة وتعرف بملفات البدء او الملفات المساعدة . ونوعا الملفات هذان يكونان متصلين معا على التوازى مع الخط عند بدء الحركة ، وعندما يصل المحرك الى ما يقرب من ٧٥ فى المائة من سرعته الكاملة ينفرج مفتاح الطرد المركزى ، كما هو مبين بشكل ١ — ١١ ب ، عاملا بذلك على فصل ملفات البدء من الدائرة ، وتاركا للملفات الحركة وحدها مهمة تشغيل المحـرك .

عند البدء يتولد مجال مفناطيسى داخل المحرك نتيجة لمرور التيار الكهربى فى كل من ملفات الحركة وملفات البدء ، وهذا المجال المفناطيسى يدور ، فيولد تيارا بالتأثير فى ملفات العضو الدائر ، التى تنتج بدورها تبعا لذلك مجالا مفناطيسيا آخر ، ثم يتآلف هذان المجالان المفناطيسيان بطريقة تؤدى الى دوران المحرك . فملفات البدء لازمة اذا عند بدء التشغيل للمساعدة على توليد المجال المفناطيسى الدائر ، ثم تزول الحاجة اليها ، وتفصل من الدائرة بوساطة مفتاح الطرد المركزى ، وذلك عندما يدور المحرك بسرعته الكاملة

طريقة تحليل متاعب المحركات

اذا ما تبين أن المحرك لا يعمل على الوجه المضبوط ، فان هناك طريقة محددة يجب اتباعها ، لمعرفة الاصلاحات اللازم اجراؤها ، حتى يصبح المحرك فى حالة مناسبة للتشغيل الصحيح ، اى انه يجب عمل بعض التجارب على المحرك ، حتى يمكن استكشاف العطل فيه ، وعلى ضوء هذه التجارب يمكن للقائم باصلاح المحرك من التقدير بسرعة ، عما اذا كان الأمر يتطلب اصلاحات بسيطة ، كالحاجة الى كراسى جديدة ، او مفاتيح جـديدة ، او تغيير التوصيلات . أو ان المسألة تحتاج الى اعادة لف بعض الملفات او كلها ، من جـديد .

طريقة التحليل

فيما يلى الخطوات التى تتبع لتحديد اعطال المحرك ، وهى مرتبة بنفس التسلسل المنطقى اللازم اتباعه ، لتحديد الاصلاحات الواجب القيام بها ، لاعادة المحرك الى حالته الطبيعية :

١ — افحص المحرك بفرض البحث عن عيوب ميكانيكية ، كأن يكون فى أحد الفطاءين الجانبيين كسر أو شدوخ أو يكون العمود منحنيـا ، أو تكون اطراف التوصيلات الكهربية مقطوعة او محروقة .

٢ — افحص المحرك بغرض البحث عن عيوب فى الكراسى ، وفى هذه الحالة حاول ان تحرك العمود الى اعلى والى أسفل داخل الكرسى ، فاذا تحرك معك ، فان هذا يعنى ان الكرسى متآكل . ادر العضو الدائر بعد ذلك باليد للتأكد من انه يدور بدون عائق ، فاذا لم يدر المحور بهذه الطريقة بسهولة ، فان هذا يعنى أن هناك خللا فى الكرسى ، او ان العمود منحن ، او ان هناك خطأ فى تركيبات المحرك . وفى اى حالة يحتمل ان يحترق سلك المصهر عند توصيل المحرك الى خط القدرة .

٣ — افحص المحرك لترى ما اذا كانت بعض الأسلاك الداخلية قد أصبحت فى حالة تلامس مع القلب الحديدى للعضو الدائر او للعضو الثابت ، وهذا هو ما يسمى باختبار التماس الارضى ، ويمكن عمله باستعمال مصباح اختبار .

٤ — بعد التأكد من أن العضو الدائر يلف بدون عائق ، فان الاختبار التالى يكون بتشغيل المحرك ، فتوصل أسلاك من خط القدرة الى نهايات المحرك ، ويغلق المفتاح لمدى ثوان معدودة ، فاذا كان هناك عطل داخلى ، فقد يحترق سلك المصهر ، او يتصاعد بعض الدخان من الملفات ، او قد يدور المحرك ببطء أو بضجيج ، او قد لا يدور على الاطلاق . وتعنى مثل هذه الظواهر وجود خلل داخلى بالمحرك ، وهو فى العادة احتراق بعض الملفات . وفى هذه الحالة يرفع الغطاءان الجانبيان ، وتفحص الملفات بعناية كبيرة . فاذا كان الخلل فعلا نتيجة لاحتراق بعض الملفات ، فان شكلها وكذلك ملمسها ورائحتها سوف تكشف عن انها محترقة .

إعادة لف المحرك ذى الوجه المشطور

اذا ما ثبت بعد اجراء التجارب السابق ذكرها أن بعض ملفات المحرك قد احترقت تماما ، أو أنها فى حالة تماس شديد ، فان من الضرورى اعادة لف هذه الملفات حتى يمكن اعادة المحرك الى حالة التشغيل الطبيعية . وقبل فك اجزاء المحرك يجب وضع علامات على الغطاءين الجانبيين والأطار بالزمبة ، وذلك حتى يمكن تجميع الاجزاء كما كانت بالضبط ، وفى هذه الحالة تدق علامة واحدة على كل من الغطاء الجانبى الأمامى وجانب الاطار

المتاخم له ، وتدق علامتان على كل من الغطاء الجانبي الخلفي وجانب الاطار من ناحيته . ثم تفك بعد ذلك أجزاء المحرك وتعد للتصليح .

اصلاح محرك ذى وجه مشطور به ملفات تالفة يتم على عدة مراحل اهمها : (١) أخذ المعلومات ، (٢) حل الملفات ، (٣) عزل المجارى ، (٤) اعادة اللف ، (٥) توصيل الملفات ، (٦) اجراء الاختبارات ، (٧) التحميص والدهان بالورنيش .

اخذ المعلومات

ان عملية اخذ المعلومات هى أهم العمليات المذكورة سابقا ، وهى تتلخص فى ملاحظة بعض الصفات المحددة التى تختص بها الملفات القديمة ، وذلك حتى لا تنشأ صعوبات عند اعادة لف المحرك . وتدون الملاحظات قبل ، وفى أثناء حل الملفات من القلب الحديدى للعضو الثابت . وافضل ما يمكن ان يتبع فى مثل هذه الحالة ، هو تدوين اكبر قسط من المعلومات قبل البدء فى الحل ، ثم تدوين باقى المعلومات فى أثناء عملية الحل نفسها . والمعلومات التى يجب الحصول عليها فيما يختص بملفات الحركة وملفات البدء تشتمل على : (١) المعلومات التى على لوحة التسمية ، (٢) عدد الأقطاب ، (٣) خطوة اللف (عدد المجارى التى يحصرها كل ملف) ، (٤) عدد اللفات فى كل ملف ، (٥) مساحة مقطع السلك فى كل الملفات ، (٦) نوع التوصيل (أى على التوالى أو التوازى) ، (٧) موضع الملفات بالنسبة الى بعضها البعض ، (٨) نوع اللف (عما اذا كان باليد أو على ضبعة أو بالحزمة)، (٩) مواصفات عازل المجارى .

ويجب تدوين المعلومات المبينة فيما سبق بالطريقة التى يتمكن بها القائم باصلاح المحرك من اعادة لفه ، بدون اضاعة الوقت نتيجة لعدم كفاية المعلومات التى أمامه عن الملفات الأصلية . ولتوضيح الطريقة التى تلائم العامل فى الحصول على المعلومات المطلوبة ، لنفترض أنه يلزم اعادة لف محرك ذى أربعة اقطاب وبه ٣٢ مجرى . فى هذه الحالة يتصرف العامل المتمرن على الوجه التالى ، فى سبيل الحصول على المعلومات الضرورية :

دون المعلومات التى على لوحة التسمية على لوحة معلومات كالمبينة بشكل ١ ــ ١٥ أ ؛ والمعلومات الموجودة على لوحة التسمية مهمة جدا ، لانها تبين للعامل دفعة واحدة ، اسم صانع المحرك ، وقدرة المحرك ، وجهد

تشغيله ، وسرعته عند التحميل الكامل . وتوضح لوحة التسمية أيضا ما اذا كان المحرك يعمل بالتيار المستمر او المتردد ، والتيار الذى يأخذه عند الحمل الكامل ، ونوع المحرك ورقمه المسلسل ، وهذا الرقم مهم فى حالة ما اذا كان من اللازم طلب قطع غيار جديدة .

شكل ١ ــ ١٠ يبين عضوا ثابتا لمحرك ذى وجه مشطور ، بأربعة اقطاب ، وبه ٣٢ مجرى ، كما يظهر من احد الجانبين . وتتكون كل وحدة ملفات من اربعة اقسام ، وهى التى تعرف بالأقطاب أو المجموعات ، ولمعرفة عدد اقطاب المحرك ، يكتفى بعد هذه الأقسام فى ملفات الحركة . فى شكل ١ ــ ١٠ يعنى وجود اربعة اقسام فى ملفات الحركة أن المحرك ذو اربعة اقطاب ، ولو كان عدد الأقسام فى ملفات الحركة ستة ، لكان المحرك ذا ستة اقطاب . ولما كان عدد الأقطاب فى المحرك التأثيرى هو الذى يحدد سرعته ، فان من الضرورى جدا معرفة العدد الصحيح للأقطاب . ويدور المحرك ذو القطبين بسرعة اقل قليلا من ٣٦٠٠ لفة فى الدقيقة ، والمحرك ذو الأربعة الأقطاب بسرعة تبلغ حوالى ١٧٥٠ لفة فى الدقيقة ، والمحرك ذو الستة الأقطاب بسرعة تقرب من ١٢٠٠ لفة فى الدقيقة ، والمحرك ذو الثمانية الأقطاب بسرعة اقل قليلا من ٩٠٠ لفة فى الدقيقة . جميع هذه السرعات تنتج فقط فى حالة تغذية المحركات بتيار يبلغ تردده ٦٠ ذبذبة فى الثانية ، فاذا اختلف تردد التيار عن ذلك ، نتجت سرعات اخرى .

اذا امكن قطع مجموعة الملفات عند اى خط وفردها على مستوى افقى ، يصبح مرأى الملفات كما هو واضح بشكل ١ ــ ١٢ . ويلاحظ هنا موضع ملفات الحركة بالنسبة الى ملفات البدء ، حيث تمتد هذه الأخيرة فوق قطبين من ملفات الحركة ، ويحدث ذلك دائما فى محركات الوجه المشطور مهما يكن عدد الأقطاب ، أو عدد المجارى ، فيها . وملاحظة موضع ملفات الحركة بالنسبة لملفات البدء ، وتسجيله ، مسألة على جانب كبير من الأهمية ، وذلك لأنه اذا اختلف موضعهما عند اعادة اللف ، فقد لا يدور المحرك بانتظام . والمسافة بين ملفات البدء وملفات الحركة هى فى الواقع ٩٠ درجة ، اذا قيست بالدرجات الكهربية ، وذلك مهما يكن عدد الأقطاب بالمحرك ، وانما يختلف عدد الدرجات بين نوعى الملفات باختلاف عدد الأقطاب اذا قيست بالدرجات الميكانيكية . فاذا كان المحرك ذا أربعة أقطاب ، تكون المسافة بين ملفات البدء وملفات الحركة ٤٥ درجة ميكانيكية ، وتكون المسافة فى حالة محرك ذى ستة اقطاب ٣٠ درجة ميكانيكية فقط .

عند فحص احد اقطاب ملفات البدء ، أو ملفات الحركة ، عن قرب ، يتضح أنه يتكون من ثلاثة ملفات مستقلة ، تم لف كل منها على حدة ، كما هو موضح بشكل ١ — ١٣ . ويحتل كل ملف مجريين يبعدان بعضهما عن بعض بمقدار مجرى واحد أو أكثر ، ويطلق على عدد المجارى التى تفصل بين جانبى الملف ، بما فى ذلك المجريان اللذان يحتلهما الملف ، الخطوة أو الفتحة ، ويرمز اليها بـ «١،٤» أو «١،٦» أو «١،٨» على حسب الحالة ، وشكل ١ — ١٤ يبين ذلك . ولما كان كل ملف يمتد على الجانبين ، بعد خروجه من المجرى ، مسافة محددة ، وهو ما يطلق عليه بالحيز الجانبى ، فانه يجب قياس هذه المسافة وتسجيلها ، وذلك حتى يراعى عند اعادة اللف الا تمتد الملفات الى خارج المجارى مسافة أكبر من ذلك ، فتتلامس مع الغطاء الجانبى ، مما قد ينتج عنه تماس أرضى .

لوحة معلومات لمحرك ذى وجه مشطور

اسم الصانع

القدرة بالحصان	اللفات فى الدقيقة	الفولت	الأمبير
الذبذبات	النوع	الاطار	طريقة صنعه
درجة الحرارة	الطراز	الرقم المسلسل	الوجه
عدد الأقطاب		عدد المجارى	

الملفات	مقاس السلك	عدد الدوائر	الخطوة	عدد اللفات
الحركة				
البدء				

مجرى رقم ١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ ٩ ١٠ ١١ ١٢ ١٣ ١٤ ١٥ ١٦ ١٧ ١٨ ١٩ ٢٠ ٢١_٣٦_١
الحركة
البدء

الدوران	فى اتجاه عقربى الساعة	فى عكس اتجاه عقربى الساعة

(شكل ١ ــ ١٥ أ)

الخطوة التالية تكون بتدوين المعلومات الخاصة بوضع الملفات وخطوة اللف ، وهى التى تم الحصول عليها . ويمكن عمل ذلك بتمثيل كل المجارى وكل الملفات بنفس الطريقة التى يتبعها معظم عمال التصليح ، وهى المبينة بشكل ١ — ١٥ . وعند اتباع هذه الطريقة ، يكتفى لتسجيل خطوات الملفات برسم اقواس تصل ما بين المجارى المتناظرة . ويمثل كل قوس منها ملفا من ملفات القطب المغناطيسى . شكل ١ — ١٥ أ نموذج للوحة معلومات كاملة ، يمكن رصد كل المعلومات اللازم اخذها فيها .

لا تحتوى كل المحركات على ٣٢ مجرى . وانما تحتوى معظم محركات الوجه المشطور على ٣٦ مجرى . كما ان بعضها يحتوى على ٢٤ مجرى . ويوضح شكل ١ — ١٦ رسما للملفات محرك ذى أربعة أقطاب و ٣٦ مجرى ، كما يوضح شكل ١ — ١٧ رسما للملفات محرك ذى أربعة اقطاب و ٢٤ مجرى .

موضع الأقطاب المغناطيسية لملفات الحركة بالنسبة للاطار نفسه ، هو أيضا من المعلومات الواجب معرفتها . ويبين مكان المحور لكل قطب بتغيير حجم المجرى عنده ، وهذا يكفى لتحديد موضع الأقطاب بالضبط عند اعادة اللف . وعند عدم وجود مجار ذات احجام متغيرة ، يجب تحديد موضع الاقطاب بدق المجرى أو المجارى عند محورها بالزمبة .

يجب معرفة نوع التوصيلات بين الاقطاب بعد ذلك . وسوف يأتى بعد قليل فى هذا الباب شرح للأنواع المختلفة من هذه التوصيلات وطريقة رصدها . والى جانب ذلك يجب معرفة عدد اللفات فى كل ملف . ومعرفة مساحة مقطع السلك . وذلك باستعمال معاير سلك . أو ميكرومتر . وهذه التفصيلات يمكن ملاحظتها أثناء حل الملفات فى العضو الثابت .

واذا كانت ملفات بدء الحركة هى وحدها التى احترقت ، أو حدث بها تماس ، فمن الضرورى جمع كل المعلومات عن هذه الملفات وحدها .

حل العضو الثابت

اذا كان من اللازم تغيير ملفات البدء فقط . فمن الممكن رفعها بسهولة ، بأن نقطع الأسلاك على أحد جانبى العضو الثابت . وتسحب من المجارى من الناحية الأخرى . ويمكن فى بعض الأحيان رفع الأسلاك من المجارى ، وذلك بعد رفع الخوابير التى تحفظها فى مكانها . ويستعمل سلاح منشار يدوى لرفع الخوابير ، كما هو مبين بشكل ١ — ١٨ . وفى هذه الحالة يدق سلاح

المنشار ١ بالمطرقة ٢ حتى تنفرس الأسنان فى الخابور ، ثم يدفع المنشار والمطرقة الى الخارج فى اتجاه الأسنان .

اذا كان من اللازم حل ملفات العضو الثابت كلها ، فان الطريقة المتبعة فى معظم محال التصليح تكون بحرق العضو الثابت فى فرن معد لهذا الفرض، أو تطرية الورنيش عن طريق تمرير تيار كبير فى الملفات ، وذلك لأنها تكون فى العادة متماسكة ومتصلبة جدا ، بسبب تشرب الأسلاك بكميات كبيرة من الورنيش . وقد يحتاج الأمر الى وقت طويل لرفع الأسلاك بدون حرق الورنيش مقدما .

يجب فى أثناء حل الملفات عد اللفات فى ملفات قطب او قطبين من ملفات الحركة وملفات البدء . وتسجل النتيجة فى المكان المخصص لها فى اللوحة بشكل ١ ــ ١٥ أ ، والى جانب الأقواس التى تمثل خطوة الملفات . وفى نفس الوقت يمكن قياس مقطع السلك فى ملفات الحركة وملفات البدء وتدوينه ، وكذلك يمكن تحديد نوع العازل الذى يغطى السلك . فاذا كان السلك رقم ١٨ مكسوا بطبقة واحدة من القطن فوق المينا يسجل بأنه « رقم ١٨ م.ق.م. » (مفرد قطن مينا) . وتستعمل معظم محال التصليح الآن سلك ماجنت مغطى بعازل من الفورمفار أو الفورمكس ، وهو عازل يشغل حيزا أقل مما يشغله م.ق.م. وهو علاوة على أن درجة عزله عالية ، يعطى الملفات صلابة وتماسكا ، مما يجعله يحظى بتفضيل كبير . وعند تسجيل هذا النوع من العازل يستعمل الرمز « رقم ١٨ فورمفار » .

بعد رفع الملفات من المجارى يجب تنظيف المجارى جيدا من بقايا العازل. واذا كان العازل متفحما ، فان من السهل ازالته ، لأنه سوف يتساقط عند رفع الأسلاك . أما اذا كان العازل ملتصقا بجدران المجارى ، فيمكن استعمال سكين أو أداة حادة لازالته .

الخطوة التى تتخذ فى العادة بعد رفع الملفات تكون بنفخ كل ما يمكن ان يكون متبقيا فى العضو الثابت من أقذار او أتربة أو مواد غريبة ، ويتم هذا باستعمال مضخة هوائية ، فيعمل ضغط الهواء الذى ينساب من فتحة صغيرة على تنظيف العضو الثابت تماما . واذا كان بالعضو الثابت آثار شحومات، يجب غسله بسائل تنظيف ، ويفضل أن يكون غير قابل للاشتعال .

عزل المجارى

بانتهاء العملية السابق وصفها يكون قد تم تفكيك المحرك ، ويمكن حينئذ البدء باعادة اللف . وقبل انزال الملفات فى المجارى يجب وضع عازل ، حتى لا تتلامس الأسلاك مع اى جزء من القلب الحديدى . وتستعمل عدة انواع

من المواد العازلة لهذا الفرض ، بعضها ، وهى الشائعة الاستعمال (١) ورق ارمو ، وهو ورق قماشى متين ينثنى بدون أن ينكسر (٢) كامبرك مدهون بالورنيش ، وهو عازل لا يتأثر بالزيوت او الرطوبة ، ودرجة عزله للكهرباء عالية ، (٣) عزل مزدوج باستعمال العازلين معا . وعنـــد اعادة عزل قلب حديدى ، فان خير ما يتبع هو استعمال نفس نوع وسمك الطبقة العازلة التى كانت مستعملة مع الملفات الاصلية .

يقطع العازل بمقاس اكبر من طول المجرى بحوالى ½ بوصة (كما هو مبين بشكل ١ ــ ١٩) ثم يشكل على مقاس جدران المجرى . وكثير من عمال اللف والصناع يثنون العازل عند الجوانب ، كما هو مبين ، وذلك لمنعه من الانزلاق فى المجرى ، مما يؤدى الى توصيل بعض الملفات بالأرض . وبالنسبة للمحركات ذات القدرة الكسرية ـــ الحصان ، فى المتوسط ، يستعمل ورق ارمو سمك ١٥ .ر. من البوصة ، على وجه التقريب ، لعزل المجارى . ويفصل بين ملفات البدء وملفات الحركة عادة كامبرك مدهون بالورنيش بسمك ٧ . .ر. من البوصة . ويبين شكل ١ ــ ١٩ أيضا طريقة وضع شريط ملو من مادة عازلة لكى يغطى حواف المجرى اثناء عملية اللف . ويمكن ازالة هذا الشريط بعد انتهاء العملية ، أو يثنى طرفاه بعضهما فوق بعض ، ويترك فى المجــرى .

اعادة اللف

توجد ثلاث طرق للف المحرك ذى الوجه المشــطور ، وهى (١) اللف اليدوى ، (٢) اللف على ضبعة ، (٣) اللف بالحزمة . وتستعمل كل هذه الطرق فى الحياة العملية ، ولكل منها مميزاته الخاصة . وفى جميع الحالات توضع ملفات الحركة بأكملها فى مكانها من المجارى ، اولا ، ثم تلف فوقها بعــد ذلك ملفات البدء . ويجب ، بطبيعة الحال ، وضع عازل مناسب بين نوعى الملفات .

اللف اليدوى : يمكن استعمال اللف اليدوى مع كل من ملفات البدء وملفات الحركة ، وفى هذه الحالة تدخل الأسلاك فى المجارى لفة بعد لفة ، مبتدئين بالملف الداخلى ، ثم يتتابع بعد ذلك اللف حتى تنتهى ملفات القطب الواحد . ولتوضيح الأمر نضرب فيما يلى مثالاً بلف عضو ثابت ذى ٣٢ مجرى .

١ ــ بعد العضو الثابت والى جانبه بكرة السلك ، كما هو موضح بشكل ١ ــ ٢٠ ، وتدخل نهاية السلك فى قاع المجرى ، ثم يلف الملف الداخلى « ١ ، ٤ » بعدد اللفات المطلوبة .

٢ ــ بعد استكمال عدد لفات الملف الداخلى ، يلف الذى يليه بخطوة «١،٦» فى نفس الاتجاه كما هو مبين بشكل ١ ــ ٢١ . ويتابع اللف بهذه الطريقة حتى يتم ادخال جميع ملفات القطب فى مجاريها ؛ ويجب عدم قطع السلك قبل أن ينتهى القطب . ومن المستحسن أن يوضع فى المجارى عند محور القطب موجهات خشبية (أو خوابيز من الخشب) قبل بدء اللف . كما هو مبين بشكل ١ ــ ٢٢ . ثم يلف السلك من تحت نهايات هذه القضبان . وتمنع هذه الطريقة اللفات من الخروج من المجارى فى اثناء لفها .

٣ ــ بعد الانتهاء من لف القطب توضع خوابير من الخشب أو الفبر فى المجارى فوق السلك حتى لا تخرج اللفات من المجارى . وترفع الموجهات الخشبية .

٤ ــ تلف الأقطاب الأخرى بنفس الطريقة التى [illegible] بها لف أول قطب .

اللف على ضبعة : فى هذه الحالة يتم لف كل ملف أولا على أطار من الخشب أو المعدن بنفس الشكل والمقاس كما فى المحرك (ضبعة). ثم يرفع من فوقه ويوضع فى المجارى كما هو .

١ ــ وتبدأ العملية بأخذ مقاس الإطار من القلب الحديدي للعضو الثابت . فتشكل قطعة من السلك الغليظ على شكل اللفة الداخلية . خطوة « ١،٤ » كما هو مبين بشكل ١ ــ ٢٣ ، مع زيادة الطول بـ $\frac{1}{2}$ بوصة خارج المجرى من كل ناحية . ثم تكرر العملية مع الملف الأكبر . وهو الملف التالى ، على أن يمتد الى خارج المجرى من الناحيتين ، بحيث تصبح المسافة بينه وبين الملف الأول حوالى $\frac{3}{16}$ من البوصة . ويمكن الحصول على مقاس كل من الملفين الباقيين بنفس الطريقة .

تعد بعد ذلك كتل من الخشب بالمقاسات المختلفة ، على أن يكون سمك كل منهما يعادل $\frac{1}{2}$ عمق المجرى ، ثم تربط معا بمسمار وصامولة . كما هو مبين بشكل ١ ــ ٢٤ .

٢ — يلف السلك بعد ذلك على كتل الخشب عدد المرات المطلوبة ، مبتدئين بالصفرى ، ثم تربط كل وحدة بالدوبارة ، حتى يمكن حفظ لفاتها معا ، وترفع من فوق الاطار .

٣ — توضع الملفات بعد ذلك فى المجارى وتدفع جيدا حتى تستقر على القاع .

٤ — تحفظ الأسلاك داخل المجارى بوساطة خوابير من الخشب أو الفبر .

اللف بالحزمة : طريقة اللف بالحزمة تستعمل أصلا فى ملفات البدء ، ويكون الملف فى هذه الحالة كبيرا بحيث يمكن وضعه فى أى من المجارى الخاصة بالأقسام المختلفة للقطب . وتمتاز هذه الطريقة بأنها تمكننا من وضع عدد كبير من الاسلاك فى المجرى فى نفس الوقت .

١ — يؤخذ مقاس ملف الحزمة عادة من الملفات الأصلية عند تفكيك المحرك : وملف الحزمة تسهل معرفته عند رؤيته ، اذ يمكن معه رفع القطب بأكمله كملف واحد . واذا لم يتيسر الحصول على مقاس ملف الحزمة بهذه الطريقة ، فيمكن ايجاده بلف قطعة واحدة من السلك فى المجارى ، كما هو مبين بشكل ١ — ٢٥ . وتجب العناية بترك مسافات كافية حتى لا تصبح الملفات مزدحمة عند وضعها . ثم يلوى الطرفان معا ، ويرفع السلك من المجارى .

٢ — يشكل السلك على هيئة مستطيل ، كما هو مبين بشكل ١ — ٢٦ ، ثم تدق اربعة مسامير فى لوحة خشبية ، كما هو موضح بشكل ١ — ٢٧ .

٣ — يلف السلك حول المسامير عدد اللفات المطلوبة فى ملف الحزمة ، مع الاحتفاظ بطرفى السلك طليقين ، كما هو ظاهر بشكل ١ — ٢٧ . وقبل رفع الملف من الاطار يجب ربطه عند عدة نقط حتى لا ينحل .

وفى طريقة اخرى تستعمل بكرتان فارغتان ، تدقان على جانبى المنضدة وتفصلهما المسافة المرغوبة ، ثم تلف اللفات حول هاتين البكرتين .

٤ — يرفع اللف بعد ذلك من حول المسامير ويوضع فى المجريين على اصفر خطوة ، كما هو موضح بشكل ١ — ٢٨ ثم يلوى اللف ويوضع فى المجريين التاليين على خطوة اكبر ، وتتابع هـذه العملية حتى يتم لف القطب . وفى كثير من المحركات يدخل اللف فى نفس المجريين مرتين أو ثلاث مرات ، ويتوقف ذلك على طريقة اللف الأصلية . يبين شكل ١ — ٣٠ ملفا أدخل فى نفس المجريين مرتين .

تغيير اللف اليدوى الى لف بالحزمة : يستحب فى كثير من الأحيان تغير ملفات العضو الثابت من اللف اليدوى الى اللف بالحزمة ، وخصوصا اذا لم يكن مقاس السلك أكبر من رقم ٢١ م.س.أ (معيار سلك أمريكى) ، اذ ليس من الحكمة اجراء التغيير اذا زاد مقاس السلك عن ذلك ، حيث يصبح من الصعب اى اللف .

ولتوضيح كيف يتم اجراء ذلك . نضرب مثلا بقطب يحتوى على عدد لفات ٨٥ ، ملفوفة باليد : منها عشرون فى الخطوة « ١،٤ » و ٣٨ فى الخطوة «١،٦» و ٢٧ فى الخطوة «١،٨» . عدد اللفات فى هذا القطب مجتمعه . بعد وضعها فى المجارى ، يجب ان يكون اذا اقرب ما يكون الى ٨٥ ، كما ان عدد اللفات على مجرى واحد يجب ان يظل كما كان فى الملفات الأصلية على وجه التقريب . لذلك تلف الحزمة ٢١ لفة وتوضع فى المجارى على خطوة «١،٤» مرة ، وعلى خطوة «١،٦» مرتين ، وعلى خطوة «١،٨» مرة ، كما هو مبين بشكل ١ — ٣٠ . بهذا يصبح عدد اللفات فى الخطوة «١،٤» هو ٢١ . وعدد اللفات فى الخطوة «١،٦» هو ٤٢ وعدد اللفات فى الخطوة «١،٨» هو ٢١ . ويكون مجموع عدد اللفات فى القطب مجتمعة هو ٨٤ ، وهذا العدد قريب بما فيه الكفاية من العدد الأصلى ٨٥ . كذلك عدد اللفات على المجرى الواحد قريب جدا من العدد الأصلى . بما يجعلنا نطمئن الى تشغيل المحرك بصورة مرضية . وللحصول على مقاس الحزمة تتبع نفس الطريقة الموضحة بشكل ١ — ٢٥ ، فيما عدا ان السلك يلف مرتين فى الخطوة الوسطى .

توصيل الملفات

بعد ان يتم لف كل اقطاب المحرك ، تصبح الخطوة التالية توصيل الملفات بعضها ببعض . ويجب أن يكون كل قطبين متجاورين مختلفى القطبية . مهما كان عدد الأقطاب . ويحدث هذا اذا كان توصيل الملفات بطريقة تجعل التيار

يمر فى ملفات القطب الأول فى اتجاه عقربى الساعة ، وفى ملفات القطب الثانى فى عكس اتجاه عقربى الساعة ، وهكذا بالتتابع باتجاهات متغيرة فى باقى الأقطاب ، كما هو مبين بشكل ١ — ٣١ .

يكثر فى هذه الأيام استعمال المحركات ذات الأربعة الأقطاب الموصلة على التوالى ، لذلك سوف نقوم بشرح هذا النوع من التوصيل . ويجب ان يكون مفهوما أنه اذا كانت ملفات الحركة متصلة على التوالى ، فان ملفات البدء تكون متصلة بنفس الطريقة ، وهناك حالات تشذ عن ذلك ، ولكنها لا تقابلنا كثيرا .

التوصيل على التوالى لأربعة اقطاب فى ملفات الحركة : توصل الأسلاك كما هو مبين بشكل ١ — ٣١ ، أى يوصل الطرف النهائى للقطب ١ بالطرف النهائى للقطب ٢ ، ثم يوصل الطرف الابتدائى للقطب ٢ بالطرف الابتدائى للقطب ٣ ، كما هو موضح بشكل ١ — ٣٢ . استمر فى التوصيل ، كما هو موضح بشكل ١ — ٣٢ ، صل الطرف النهائى للقطب ٣ بالطرف النهائى للقطب ٤ ، ثم صل طرفى خط القدرة بالطرف الابتدائى للقطب ١ والطرف الابتدائى للقطب ٤ . ولتبسيط الموضوع يمكن توضيح التوصيلات السابقة، بعد تمثيل كل قطب بشكل مستطيل ، كما هو مبين بالأشكال ١ — ٣٤ الى ١ — ٣٦ .

ويمثل شكل ١ —٣٧ كلا من شكلى الملفات بالتفصيل ، والشكل المبسط للملفات الحركة بأكملها ، فى محرك ذى ٣٦ مجرى واربعة اقطاب ، وذلك بقصد المقارنة . ويلاحظ أن كل الأقطاب ملفوفة بنفس الطريقة ، ولكنها متصلة فيما بينها بشكل يجعل الأقطاب المتجاورة تختلف فى قطبيتها .

بعد أن يكتسب الطالب الخبرة الكافية فى لف اقطاب ملفات الحركة ، يصبح قادرا على لف كل الأقطاب مرة واحدة بدون ان يقطع السلك عند انتقاله من لف قطب الى لف آخر . وهنا تجب مراعاة تغيير اتجاه اللف من قطب الى آخر ، فيلف القطب الأول فى اتجاه عقربى الساعة ، والثانى فى عكس اتجاه عقربى الساعة ، والثالث فى اتجاه عقربى الساعة ، وهكذا .

ولكى نعرف مغطسة الأقطاب اصحيحة هى أم لا بعد انتهاء عملية التوصيل ، يمرر فى الملفات تيار مستمر ذو جهد منخفض ، وتنقل بوصلة فى داخل العضو الثابت من قطب الى الذى يليه ، فينعكس اتجاه ابرتها عند كل قطب اذا كانت التوصيلات صحيحة .

توصيل ملفات البدء على التوالى

توصل ملفات البدء هى الأخرى ، بحيث تختلف القطبية فى الأقطاب المتتالية ايضا . وطريقة توصيل الأقطاب بعضها ببعض هى نفسها التى سبق شرحها مع ملفات الحركة ، مع فارق وحيد ، وهو توصيل مفتاح الطرد المركزى اما على التوالى مع الطرف الخارج من القطب ٤ ، أو بين القطبين ٢ ، ٣ . ويبين شكلا ١ — ٣٨ و ١ — ٣٩ التوصيلات الصحيحة لكل من ملفات الحركة وملفات البدء . وفى شكل ١ — ٣٨ نرى توصيل مفتاح الطرد المركزى عند نهاية ملفات البدء ، وفى شكل ١—٣٩ نراه موصلا عند منتصف الملفات . شكل ١ — ٤٠ يبين كلا من نوعى الملفات ممثلة على شكل دائرى ، كما هى فى الواقع بداخل العضو الثابت .

ويمكن توضيح التوصيلات بصورة مبسطة على رسم تخطيطى ، كما هو مبين بشكل ١ — ٤١ . وليس الفرض من مثل هذا الرسم بيان عدد الأقطاب ولكنه يبين كيفية توصيل اطراف الملفات الى خط القدرة . ويظهر فى الشكل خروج سلكى توصيل مباشرة من ملفات الحركة ، كذلك يخرج سلكا توصيل من ملفات البدء . ويمكن تغيير اتجاه دوران المحرك بتبديل توصيل طرفى ملفات الحركة ، أو طرفى ملفات البدء ، مع الخط .

ويكون توصيل محرك ذى ستة اقطاب بنفس طريقة توصيل محرك بأربعة أقطاب ، فيما عدا انه يجب اضافة قطبين . شكل ١ — ٤٢ يبين كيفية توصيل محرك ذى وجه مشطور بستة اقطاب .

التوصيل على التوازى

على الرغم من أن معظم محركات الوجه المشطور موصلة على التوالى ، فما زال بعض الصناع يوصلون عددا منها على التوازى ، وهى التوصيلات التى تعرف باسم توصيلات التوازى المزدوجة (أو مزدوجة الدائرة) . وفى توصيلات التوازى المزدوجة توجد دائريا توصيل لكل نوع من الملفات . كما هو مبين بشكلى ١ — ٤٣ ، ١ — ٤٤ . وعلى كل حال ، فانه بصرف النظر عن عدد دوائر التوصيل فى ملفات الحركة ، يجب ان تكون التوصيلات بحيث تصبح الأقطاب المتجاورة مختلفة فى قطبيتها .

طريقة عمل وصلة اطراف مفتولة ولفها بالشريط

توجد طريقة لعمل وصلة بين اطراف توصيل الاقطاب ، وذلك بأن يزال العازل على كل من الطرفين لمسافة تقرب من بوصتين ، ويلوى الطرفان معا باحكام ، ثم يلحمان بالقصدير . بعد ذلك يلف شريط عازل حول الوصلة .

وشكل ١ ـ ٤٥ يوضح هذه الطريقة ، حيث يتصل طرف القطب ١ مع طرف القطب ٢ ٠

توجد طريقة أخرى أفضل بكثير ، يستعمل فيها غلاف مدهون بالورنيش بدلا من الشريط ٠ شكل ١ ـ ٤٦ يوضح طريقة عمل هذا النوع بالتفصيل ، حيث تتم العملية على خمس خطوات :

أولا ـ أزل العازل مسافة تقرب من بوصة من طرف توصيل القطب ١ وطرف توصيل القطب ٢ ٠ ثانيا ـ ضع ما يقرب من طول بوصة من الغلاف ، أو ما يزيد عن ذلك اذا لزم الأمر ، فوق كل من طرفى التوصيل ٠ ثالثا ـ ضع ما يقرب من بوصتين من غلاف أوسع على أحد الغلافين الصغيرين ٠ رابعا ـ افتل طرفى التوصيل معا مستعملا طريقة الوحدة الغربية Western union أو الطريقة المعتدلة Straight splice فى الفتل ، ثم الحم بالقصدير ٠ خامسا ـ حرك الغلافين الصغيرين ناحية الوصلة ، والغلاف الواسع فوقها حتى يغطيها تماما ٠ وتحتاج العملية بأكملها الى وقت أقل مما يستغرقه اللف بالشريط ، وتنتج وصلة أكثر اتقانا ٠

يجب استعمال احدى الطريقتين المذكورتين فى وصل الملفات بعضها ببعض فى كل من ملفات الحركة وملفات البدء ٠ وبعد توصيل الملفات توصيلا مضبوطا ، تزود أسلاك توصيل كل من ملفات البدء وملفات الحركة مع خط القدرة بأطراف مطاوعة ، ويفضل حينئذ ربط الأسلاك بالأطراف المطاوعة بعمل الوصلة التى يستخدم فيها الغلاف المدهون بالورنيش ، وبالاضافة الى ذلك تجب العناية بربط الأطراف مع الملفات بالدوبار ، كما هو موضح بشكل ١ ـ ٤٧ ، وذلك حتى لا تنقطع من الملفات ، اذا حدث وتعرضت للشد لأى سبب من الأسباب ٠

اختبار الملفات الجديدة

بعد اتمام اعادة اللف وعمل التوصيلات ، يصبح من اللازم اختبار الملفات والوصلات بدقة للتأكد من عدم وجود دوائر قصر أو دوائر مفتوحة ، أو توصيلات غير صحيحة ٠ ويجب أن يكون ذلك قبل الدهان بالورنيش والتحميص ، حتى اذا ما كشف اى خطأ ، يكون اصلاحه أسهل ٠ وسوف تجد فيما بعد فى هذا الباب تفصيلا للتوجيهات اللازم اتباعها عند اجراء هذه التجارب ، وذلك مع الجزء الخاص بتحديد الخلل والتصليح ٠

التحميص والدهان بالورنيش

بعد اتمام عمل التوصيلات كلها بين الأقطاب فى الملفات ، واختبارها ، وبعد اضافة الوصلات المطاوعة ، التى ستوصل بخط القدرة ، يجب وضع العضو الثابت في فرن تحميص ، تقرب درجة حرارته من ٢٥٠ درجة فهرنهيت ، لمدة ثلاث ساعات ، لكى يتحمص . ثم يرفع من الفرن ويدهن بورنيش أسود مضمون . ويجب تركه مدة ساعة تقريبا لكى يتساقط منه الورنيش الزائد ، ثم يوضع مرة ثانية فى الفرن ، ويحمص لمدة بضع ساعات . وعند خروجه من الفرن يجب كشط السطح الداخلى للعضو الثابت ، وذلك لازالة الورنيش المترسب عليه ، فيصبح هناك الفراغ الكافى ، الذى يمكن للعضو الدائر من أن يدور داخل العضو الثابت بحرية .

عكس اتجاه الدوران فى المحرك ذى الوجه المشطور

هذه عملية سهلة ، حيث انه يمكن تغيير اتجاه دوران المحرك ذى الوجه المشطور بعكس توصيل الأطراف فى أى من ملفات الحركة أو ملفات البدء . شكل ١ ــ ٤٨ يبين أسلاك التوصيل لملفات البدء بعد عكسها ، ويمكن مقارنتها بتلك التى تظهر فى شكل ١ ــ ٤١ .

يوجد بكثير من محركات الوجه المشطور لوحة نهايات (أو صندوق نهايات) مثبتة فى الغطاء الجانبى . وبدلا من أخذ كل أطراف الأسلاك الى خارج المحرك ، توصل هذه الأطراف كلها الى لوحة النهايات ، كما هو مبين بشكل ١ ــ ٤٩ . وفى هذا النوع من المحركات يثبت فى اللوحة نفسها عادة الجزء الساكن من مفتاح الطرد المركزى . وعند عكس اتجاه دوران محرك به لوحة نهايات ، فان أطراف ملفات الحركة على النهايات يكون أسهل من عكس أطراف ملفات البدء ، حيث يكون من الضرورى فى بعض الحالات رفع الغطاء الجانبى لعكس هذه الأسلاك .

محركات الوجه المشطور ذات السرعتين

حيث ان سرعة المحرك التأثيرى تتوقف على عدد أقطابه (باعتبار أن التردد ثابت لتيار الخط) ، فان تغيير سرعة محرك ذى وجه مشطور يستلزم تغيير عدد أقطابه ، وهذا يمكن عمله بعدة طرق . تحتاج احدى هذه الطرق الى استعمال ملفات حركة اضافية ، ولا يحتاج الأمر الى استعمال ملفات بدء أخرى . وفى طريقة أخرى نحتاج الى وحدتين من ملفات الحركة ووحدتين

من ملفات البدء • وفى طريقة ثالثة تستعمل توصيلات خاصة ، تعرف بتوصيلات الأقطاب المتعاقبة ، وذلك بدون الحاجة الى استعمال ملفات حركة أو ملفات بدء اضافية •

وحدتان من ملفات الحركة ، ووحدة من ملفات البدء

نحتاج فى هذا النوع من المحركات ذات السرعة المتغيرة الى ثلاث وحدات من الملفات : اثنتين للحركة ، وواحدة للبدء • وتلف هذه المحركات عادة بستة وثمانية أقطاب ، وتدور بسرعتين واحدة تقرب من ١١٥٠ والثانية من ٨٧٥ لفة فى الدقيقة على الترتيب • وهى تستعمل على نطاق واسع فى المراوح الكهربية•

يجب وضع الملفات فى المجارى الصحيحة عند اعادة لف المحرك ، ولذلك تجب العناية بملاحظة مكان الملفات الأصلية بالضبط عند حل ملفات المحرك • شكل ١ ــ ٥٠ يبين رسما تخطيطيا لتحديد مكان الملفات بنسبة بعضها الى بعض •

شكل ١ ــ ٥١ يبين طريقة توصيل الأسلاك فى محرك وجه مشطور ذى سرعتين ، ويبين شكل ١ ــ ٥٢ رسما تخطيطيا لدائرة التوصيل فى مثل هذا المحرك • ويلزم وجود مفتاح طرد مركزى مزدوج التلامس ، وهو يشبه فى عمله عمل مفتاح يدوى مفرد التوصيل بناحيتين ، وذلك لتوصيل ملفات الحركة ذات الثمانية الأقطاب مع خط القدرة ، عند الرغبة فى ادارة المحرك على السرعة المنخفضة • وتوضح دائرة التوصيل فى شكل ١ ــ ٥٢ أن مثل هذا المحرك يبدأ دورانه على السرعة المرتفعة ، بصرف النظر عما اذا كان المفتاح فى وضع السرعة المرتفعة أو فى وضع السرعة المنخفضة • وعلى كل حال ، اذا كان المفتاح فى وضع السرعة المنخفضة ، فان مفتاح الطرد المركزى يفصل ملفات الحركة للسرعة المرتفعة ، ويوصل ملفات الحركة للسرعة المنخفضة عند وصول المحرك الى سرعة معينة •

وحدتان من ملفات الحركة ، ووحدتان من ملفات البدء

عند اعادة لف محرك به أربع وحدات من الملفات ، يجب وضع الملفات فى المجارى الصحيحة بالنسبة الى بعضها بعضا • شكل ١ ــ ٥٣ يبين عرضا مثاليا لمحرك يجمع بين ستة أقطاب وثمانية أقطاب ، كما يبين شكل ١ ــ ٥٤ رسم التوصيلات لكل من ملفات الحركة وملفات البدء ، وذلك للوحدات ذات الأقطاب الس... • وتحتوى ملفات البدء على ثلاثة أقطاب فقط ، وهى توصل بحيث تكون قطبيتها واحدة • وعند مرور التيار ينتج فى اطار العضو

الثابت بين كل زوج من هذه الأقطاب المتماثلة قطب مخالف ، وبذلك يصبح عدد الأقطاب المغناطيسية الموجودة ضعف عدد الأقطاب الملفوفة ، وينتج عن ذلك أن تصبح ملفات البدء ذات ستة أقطاب بالفعل • وتسمى الأقطاب التى توصل بهذه الطريقة بالأقطاب المتعاقبة •

وفى الجزء الخاص بالثمانية الأقطاب فى المحرك ، يكون توصيل الأقطاب الأربعة فى ملفات البدء بحيث تعطى نفس القطبية ، ويتضاعف عدد الأقطاب فى هذه الملفات لنفس الأسباب المذكورة سلفا •

شكل ١ ـ ٥٥ يبين رسما توضيحيا لتوصيلات مفتاح الطرد المركزى ، والتوصيلات مع خط القدرة ، لمثل هذا النوع من المحركات ذات السرعتين • ويكشف هذا الرسم عن أن مفتاح الطرد المركزى يقوم بفصل ملفات البدء فقط عندما يصل المحرك الى سرعة معينة ، كما أن المحرك يمكن أن يبدأ ويدور على السرعة المنخفضة ، دون الحاجة الى البدء على السرعة المرتفعه •

وحدة من ملفات الحركة ووحدة من ملفات البدء
توصيلة الأقطاب المتعاقبة

سبق أن شرحنا أنه عند توصيل الأقطاب المتجاورة بحيث تكون متماثلة فى النوع ، يكون التأثير المغناطيسى لها بحيث ينتج عدد من الأقطاب ضعف عدد الأقطاب الملفوفة • ويوضح شكل ١ ـ ٥٦ الطريقة التى يتم بها ذلك • بهذا يمكن انتاج محرك ذى سرعتين بعمل ترتيبات خاصة فى التوصيل بين الأقطاب ، بحيث يمكن لمفتاح خاص بالسرعة ، حين يكون فى وضع معين ، أن يوصل بعض الأقطاب ببعضها الآخر بطريقة ينتج عنها أن الأقطاب المتجاورة تختلف فى قطبيتها ، وبذلك يتم تشغيل المحرك بأربعة أقطاب • وعندما يكون مفتاح السرعة فى الوضع المضاد ، يعمل على توصيل الأقطاب بعضها ببعض بحيث تصبح متماثلة النوع ، وبذلك يتم تشغيل المحرك بثمانية أقطاب بطريقة الأقطاب المتعاقبة (انظر شكل ١ ـ ٥٧ أ و ١ ـ ٥٧ ب) • للتشغيل على السرعة المرتفعة يوصل الطرفان ب ، د معا الى أحد سلكى الخط ، كما يوصل الطرفان أ ، جـ معا الى السلك الثانى للخط • لاحظ أنه فى هذه الحالة تصبح ملفات الحركة مزدوجة التوصيل على التوازى • وللتشغيل على السرعة المنخفضة يوصل الطرف أ الى أحد سلكى الخط ، ويوصل الطرفان جـ ، د معا الى السلك الثانى ، وبهذا التوصيل تكون ملفات الحركة متصلة على التوالى متعاقبة ؛ ومع كل من السرعتين تكون ملفات البدء متصلة على التوالى متعاقبة •

تحديد الخلل وإصلاحه

الاختبـــارات

لكشف العيوب فى محرك الوجـــه المشطور يجب اختبار ملفات الحركة وملفات البدء لتحديد (١) التماس الأرضى (٢) الدوائر المفتوحة (٣) دوائر القصر (٤) التوصيلات المعكوسة ٠

التماس الأرضى : توصف الملفات بانها متماسكة مع الأرض عندما يحدث تلامس كهربى بينها وبين حديد المحرك ٠ ويمكن حدوث التماس الأرضى عن طريق عدة عوامل ، فيما يلى أكثرها شيوعا (١) يمكن أن تتلامس المســامير التى تربط الغطاء الجانبى فى الاطار مع الملفات ، ويحدث هـــذا نتيجة لأن الملفات تبرز مســـافة أكثر مما يجب من المجارى (٢) تلامس الأســـلاك مع الرقائق عند أركان المجارى ، ويحتمل حـــدوث ذلك اذا تحرك العازل فى المجرى ، أو تمزق ، أو حدثت به شـــدوخ فى أثنـــاء عملية اللف ، (٣) يمكن حدوث التماس الأرضى بين مفتاح الطرد المركزى والغطاء الجانبى ٠

ولمعرفة ما اذا كانت الملفات متماسكة مع الأرض يمكن استعمال مصباح اختبار ، فيوصل أحد طرفى دائرة المصباح مع الملفات ، ويوصل الطرف الآخر الى القلب الحديدى للعضـــو الثابت ، كما هـــو مبين بشكل ١ ـ ٥٨ ، فاذا أضاء المصباح ، تكون الملفات متماسكة مع الأرض ٠

اذا تأكد لديك أن الملفات متماسة مع الأرض ، حاول أولا أن تحدد مكان التماس بمجرد النظر ، أو بمعنى آخـــر ، اختبر الملفات عن قرب ، لترى ما اذا كان أحد الأســـلاك يلامس القلب الحديدى ٠ حاول تحريك الملفات فى مكانها الى الأمام والخلف أثناء عمل الاختبار بمصباح الاختبار ، لترى ما اذا كان الضوء يتذبذب ٠ ويعنى تذبذب الضـــوء فى هـــذه الحالة أن الاتصـال الأرضى يزول وقتيا ، ويلاحظ عادة ظهـــور شرارة عنـــد مـــكان التماس مع الأرض ٠

اذا لم يمكن التخلص من التماس الأرضى أثناء عمل هذا الاختبار ، فمن الضرورى حل الوصلات بين الأقطاب واختبار كل قطب ٠ بعد فصل الأقطاب بعضها عن بعض ، اختبر كل قطب على حدة كما شرح آنفا ، حتى تعثر على

مكان الخطأ . اذا ما تم العثور على القطب المتماس مع الأرض حدد النقطة التى حدث عندها التماس ، ثم تخلص منه بأن تعيد العزل أو تعيد اللف عند هذا المكان ، وقد يكون من اللازم حل ملفات القطب بأكملها ، واعادة لفه بعناية أكبر .

الدوائر المفتوحة : السبب المعتاد لحدوث دائرة مفتوحة فى المحرك ذى الوجه المشطور هو وجود توصيلة محلولة أو متسخة ، أو وجود سلك مقطوع . وقد يحدث هذا فى ملفات الحركة ، أو ملفات البدء ، أو فى مفتاح الطرد المركزى .

لمعرفة ما اذا كانت ملفات الحركة مفتوحة ، يوصل طرفا دائرة مصباح الاختبار بطرفى الملفات كما هو موضح بشكل ١ ــ ٥٩ ، فاذا أضاء المصباح تكون الدائرة متصلة ، واذا لم يضىء المصباح ، كان هذا يعنى وجود فتح فى الدائرة ، كما هو مبين بشكل ١ ــ ٦٠ .

ويمكن تحديد مكان الفتح فى الدائرة بتوصيل طرف من طرفى دائرة الاختبار مع طرف من طرفى الملفات ثم وضع طرف الاختبار الآخر على كل طرف من أطراف الأقطاب على حدة ، عند النقط المبينة ب ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ فى شكل ١ ــ ٦١ ، فاذا لم يضىء المصباح عند النقطة ١ يكون ملف القطب الأول مفتوحا . واذا أضاء المصباح عند النقطة ١ ولم يضىء عند النقطة ٢ يكون الفتح فى الملف الثانى . واذا أضاء المصباح عند ١ ، ٢ ولم يضىء عند ٣ يكون الفتح فى الملف الثالث ، وشكل ١ ــ ٦١ يبين مثل هذه الحالة . وتجب ملاحظة أن المصباح لا يضىء أيضا عند النقطة ٤ ، ولكن بعد اصلاح مكان الفتح فى الملف ٣ يجب أن يضىء المصباح عند النقطة ٤ ، فاذا لم يضىء يكون الملف ٤ هو الآخر مفتوحا ويحتاج الى اصلاح ، ويمكن العثور على مكان الفتح حينئذ باتباع نفس الطريقة .

قد يكون من الصعب تحديد مكان الفتح فى دائرة ملفات البدء وذلك لأن العملية لا تشمل الملفات وحدها ، ولكنها تمتد أيضا الى مفتاح الطرد المركزى ، الذى يكون أكثر احتمالا فى احداث فتح فى الدائرة ، وذلك لأن أجزاءه تتآكل وتتسخ بمرور الوقت . كما أنه اذا لم يكن ضغط الأجزاء التى تدور فى المفتاح على الأجزاء الثابتة كافيا ، فان هذا يمنع نقط التلامس من عمل التوصيل المطلوب ، وبذلك يحدث فتح فى الدائرة .

اذا ظلت ملفات البدء متصلة بمفتاح الطرد المركزى بعد حل المحرك ، يمكن اجراء التجارب الآتية للعثور على مكان الفتح فى الدائرة : يوصل طرفا دائرة مصباح الاختبار مع طرفى ملفات البدء ، ويجب ألا يضىء المصباح فى هذه الحالة ، الا عندما يحدث تلامس بين نقطتى تلامس المفتاح بالضغط عليهما ، فاذا لم يضىء المصباح على الرغم من ذلك ، يحتمل وجود الفتح فى المفتاح أو فى الملفات . بتوصيل طرفى دائرة الاختبار مع طرفى الملفات مباشرة ، يمكن التأكد مما اذا كان الفتح فى الملفات . فاذا لم يكن ، فان الفتح لابد وأن يكون فى المفتاح ، الذى يجب أن يفحص بدقة ، فتنظف كل نقط التلامس فيه ، ويضبط الضغط الذى يحدثه الجزء الذى يدور على الجزء الثابت .

اذا تم تجميع المحرك ، واحتاج الأمر الى اختبار ملفات البدء بحثا عن فتح فى الدائرة ، يوصل طرفا دائرة المصباح مع طرفى دائرة ملفات البدء ، كما هو موضح بشكل ١ ـ ٦٢ . ويجب أن يضىء المصباح حينئذ ، والا فمن المحتمل أن نقطتى تلامس مفتاح الطرد المركزى مازالتا مفتوحتين ، وللتأكد من ذلك يدفع الجزء الذى يدور على طول العمود الى ناحية الجانب الأمامى ، وقد يتسبب ذلك فى اقفال نقطتى التلامس ، فيضىء المصباح . لاصلاح هذا الخلل تضاف عدة « ورد » من الفبر على العمود من ناحية الطارة ، وذلك للاحتفاظ بالعضو الدائر مدفوعا الى الأمام ، وقد يكون من الضرورى رفع بعض « الورد » من الناحية الأمامية لهذا الغرض . وفى جميع الحالات يجب التأكد من استواء جانبى قلب العضو الدائر مع العضو الثابت .

اذا أظهرت التجارب أن العيب ليس فى مفتاح الطرد المركزى ، يكون الفتح موجودا فى دائرة ملفات البدء ، فاذا كان هذا صحيحا ، يجب اختبار ملفات البدء واصلاحها بنفس الطريقة التى اتبعت مع ملفات الحركة .

دوائر القصر : اذا اتصلت لفتان أو أكثر ببعضهما كهربيا ، نتج عن ذلك دائرة قصر ، ويمكن أن يحدث هذا فى ملفات جديدة اذا كان اللف محبوكا ، وكان من الضرورى ضغط الأسلاك كثيرا لوضعها فى مكانها . وفى أحوال أخرى تتسبب زيادة الحرارة الناشئة عن تعدى الحمل فى تلف المادة العازلة ، فتحدث دائرة قصر . وعندما تدخن الملفات أثناء تشغيل المحرك ، أو عندما يسحب المحرك تيارا زائدا وهو دائر بدون حمل ، فان هذا يعنى عادة وجود دائرة قصر .

يمكن استخدام عدة طرق فى الحياة العملية لتحديد الملف الذى به القصر فى محرك الوجه المشطور . ومن بين هذه الطرق ما يأتى :

١ ـ أدر المحــــرك فترة قصـــيرة ، ثم ابحث عن أسخن ملف ، بأن تتحسس الأقطاب ، فيكون هو الملف الذى به القصر عادة ٠

٢ ـ استعمل الزوام الداخلى ٠ ويتـكون الزوام من ملف من السلك ملفوف على قلب حديدى من الرقائق ، ومتصل بينبوع تيـــار متردد جهده ١١٠ فولت ٠ بعـــد فك أجزاء المحرك يوضع الزوام على القلب الحديدى للعضو الثابت ، وينقـــل من مجرى الى مجرى ٠ وسوف يستدل على وجـــود قصر فى ملف ما عند حدوث اهتزازات سريعة فى قطعة معدنيـــة ، كسلاح منشار يدوى ، موضوعة عنـد الجانب الآخر من الملف ، كما هو مبين بشـكل ١ ـ ٦٣ ٠

٣ ـ استخدم تجربة سقوط الجهد ٠ توصل الملفات الى ينبوع تيار ثابت ذى جهد منخفض ، وتؤخذ قراءة الجهـــد بين طرفى كل قطب ، والقطب الذى يكون عنـــده أقـل جهد هو الملف الذى به القصر ٠

٤ ـ استخدم تجربة قوة المجال ٠ أمسك بقطعـــة من الحديد مقابل القلب الحديدى عند كل قطب ، وذلك أثناء مرور تيار فى الملفات من ينبوع تيـــار ثابت ضعيف ، والقطب الذى يبـذل أضعف جذب على قطعة الحديد ، هو القطب الذى به القصر ٠

٥ ـ استعمل أمبير متر ٠ وتستخدم هذه الطريقة اذا أمكن تشغيل المحرك بدون حمل ٠

يمكن قياس التيار بدون التعرض لأى من أطراف التوصيـــل ، وذلك باستعمال أمبير متر من النوع الماسك ، وهو جهـــاز قياس له مقبض يوضع حول طرف واحد من السلك ، فيبين مؤشره مقدار التيـــار الذى يمر فى الدائرة ٠ فاذا كانت القراءة أعلى من قيمة التيار الموجود على لوحة تسمية المحرك ، أمكن اعتبار هذا دليلا على وجود قصر بالملفات ٠

لاصلاح قطب به قصر يتحتم رفع الملف واعادة لفه ، وذلك اذا لم يتيسر تحديد مكان القصر ، وعزله عزلا تاما ، بدون الحاجة الى اعادة اللف ٠

عكس التوصيلات : ينتج العكس من خطأ فى التوصيلات بين الأقطاب ، وخير وسيلة لاكتشافه تكون بالكشف على نوع الأقطاب ، وتستعمل لذلك طريقتان ، طريقة البوصلة وطريقة المسمار ٠

عند استعمال طريقة البوصلة يوضع العضو الثابت فى وضع أفقى ، ويوصل جهد مستمر منخفض بين طرفى الملفات ، ثم يمسك بالبوصلة بداخل العضو الثابت ، وتنقل ببطء من قطب الى آخــــر ، فينعكس وضــع ابرة البوصلة من تلقاء نفسها عنـــد كل قطب ، كما هو مبين بشكل ١ ـ ٦٤ ، وذلك اذا كان توصيل الملفات صحيحا • أما اذا جذب نفس الطرف من الابرة الى قطبين متجاورين ، فان هذا يعنى وجود قطب معكوس •

وعند استعمال طريقة المسمار ، يوضع العضو الثابت على جانبــه ، ويوصل طرفا الملفات على جهد منخفض ، متردد أو مستمر ، ثم يوضــع مسمار فوق القلب الحديدى بحيث يمتد من محور أحد الأقطاب الى محور القطب الذى يليه ، فاذا كانت قطبية القطبين المتجاورين صحيحة ، فسوف يجذب المسمار الى كل منهما ، اما اذا كانت قطبيتهما غير صحيحة فان أحد طرفى المسمار سوف ينفر من القطب المواجه له •

اذا ثبت أن قطبية أحد القطبين غير صحيحة ، يمكن اصلاح هذا الخطأ بعكس طرفى التوصيل الى هذا القطب • وفى حالة ما اذا كانت القطبيـــة فى أكثر من قطب واحد غير صحيحة ، يجب الرجوع ثانية الى شكـل ١ ـ ٣٧ ، وتوصيل الأقطاب كما هو مبين فيه •

التصليحات :

أصبح من الممكن الآن أن نبحث أنواع الخلل المختلفة ، التى تظهر فى محركات الوجه المشطور ، وتذكر كيف يمكن اصلاحها • وسوف نقسم أنواع الخلل وعلاجها ، عند شرحها ، الى اربعة اقسام ، على الوجه التالى :

١ ـ المحرك عاجز عن الحركة ، ٢ ـ المحرك يدور بسرعة أقل من السرعة العادية ، ٣ ـ ارتفاع درجة حرارة المحرك جدا وهو دائر ، ٤ ـ المحـرك يدور بضوضاء •

المحرك يعجز عن الحركة : اذا وصل المحرك الى شبكة تغذية ذات جهد مضبوط ، ثم عجز عن أن يبدأ الدوران ، فقد يرجع ذلك الى (١) أن ملفات الحركة مفتوحة ، (٢) أن ملفات البدء مفتوحة ، (٣) أنه يوجد تماس أرضى بالملفـات ، (٤) ان الملفات محترقة ، أو أن بها قصرا ، (٥) أن جهـاز ضبط تعدى الحمل مفتوح ، (٦) زيادة كبيرة فوق الحمــل ، (٧) ان هناك كرسيا متآكلا أو مشحوطا ، (٨) أن الغطاءين الجانبيين مثبتان بطريقة غير سليمة ، (٩) وجود انحناء فى عمود العضو الدائر •

وسوف نبحث كل حالة من هذه الحالات بالترتيب الذى ذكرت به ٠

١ ـ ملفات الحركة مفتوحة ٠ يمكن كشف الفتح فى ملفات الحركة ، وذلك باختبارها بمصباح اختبار ٠ فاذا لم يضىء المصباح ، دل هذا على وجود فتح بالملفات ٠ ويتم تحديد مكان الفتح بالضبط بالطريقة التى سبق شرحها فى اختبار المحرك ذى الوجه المشطور ، ثم يكون التصليح باعادة اللف اذا لزم الأمر ٠

٢ ـ ملفات بدء الحركة مفتوحة ٠ يمكن باجراء ثلاث تجارب عملية معروفة ما اذا كان هناك فتح فى دائرة ملفات البدء ٠ وتنص احدى هذه الطرق على توصيل المحرك مع شبكة التغذية ، ووجود فتح فى دائرة ملفات البدء سوف يجعل المحرك حينئذ يطن ٠

وفى طريقة ثانية يدار المحرك باليد ، ويمكن عمل ذلك بلف حبل حول عمود العضو الدائر ، كما هو مبين بشكل ١ ـ ٦٥ ، ثم شد الحبل لكى يدور العضو الدائر ، وفى أثناء دورانه بهذه الطريقة ، يقفل مفتاح التوصيل مع خطى التغذية ، فاذا استمر المحرك فى الدوران ، يكون الخلل فى دائرة ملفات البدء ٠

والاختبار الثالث للعثور على دائرة الفتح فى ملفات البدء يتم باستعمال مصباح اختبار ، فاذا ثبت أن هناك فتحا فى الدائرة ، يكون الخلل اما فى مفتاح القوة المركزية الطاردة ، أو فى ملفات البدء نفسها ٠

ويجب فحص مفتاح القوة المركزية الطاردة أولا ، حيث أنه من المحتمل جدا أن يكون هو السبب فى الخلل ٠ وبتحريك عمود العضو الدائر الى ناحية الغطاء الجانبى الأمامى ، فقد يمكن احداث التلامس عند نقطتى المفتاح ، وذلك اذا ما كان الخلل فى هذا المكان ، وسوف يتسبب حدوث التلامس فى اضاءة مصباح اختبار موضوع فى الدائرة ٠ وقد يكون فى استطاعة العضو الدائر أن يتحرك حركة محورية زائدة ، ويمكن معرفة ذلك بتحريكه الى الخلف والى الأمام ، ويجب ألا تزيد أكبر مسافة يتحركها محوريا حينئذ عن ١/٦٤ من البوصة ٠ واذا لوحظت حركة محورية تزيد عن ذلك ، يجب وضع « ورد » من الفبر على العمود ، وذلك حتى يأخذ العضو الدائر وضعا متماثلا مع وضع العضو الثابت ٠ فاننا لو سمحنا بوجود حركة محورية زائدة فقد يتحرك العضو الدائر حتى يصل الى وضع تظل فيه نقطتا تلامس مفتاح الطرد المركزى مفتوحتين ٠ واذا أجريت كل هذه التجارب ، وظلت الدائرة مع ذلك مفتوحة ، يفك المحرك ، ويستخدم مصباح اختبار لاختبار حالة تشغيل

مفتاح الطرد المركزى ، فاذا وجد به خلل ، ينظف بعناية ، وتضبط جميع أجزائه ٠

تختبر ملفات البدء بعد ذلك ، اذا ثبت أن مفتاح الطرد المركزى فى حالة جيدة ٠ وتفحص أولا الوصلات المطاوعة المتصلة بأطراف أسلاك الملفات ، والتى يتم بها التوصيل الى خط التغذية ، وتستبدل بغيرها اذا كانت تالفة ٠ واذا كان هناك خلل بملفات البدء ، فيمكن تحديد مكان الفتح بالطريقة المذكورة مقدما فى هذا الباب ، الخاصة بتحديد الفتح فى الدائرة ٠ وعلى الرغم من أنه يمكن اصلاح القطع فى أى ملف ، اذا كان سهل التناول ، بعمل وصلة مفتولة، فقد يكون من الضرورى اعادة اللف ، اذا كان الملف محترقا أو به عطب شديد ٠ فاذا تحتم اعادة لف ملفات البدء ، فمن الحكمة فحص ملفات الحركة بدقة ، لاحتمال وجود عيوب بها ، وذلك قبل وضع ملفات البدء الجديدة فوقها ٠

٣ ــ تماس الملفات مع الأرض ٠ ان حدوث التماس مع الأرض عند نقطة واحدة فى المحرك قد لا يمكن ملاحظته ، مادام لا يؤثر على حالة المحرك أثناء تشغيله ، وهو ما يعنينا ، ولكن حدوث التماس عند نقطتين أو أكثر فى الملفات يعد متكافئا لقصر فى الدائرة ، وهذا قد يتسبب فى انفجار المصهر ، أو يمكن أن يتسبب فى تصاعد الدخان من الملفات ، ويتوقف ذلك على مدى استفحال التماس مع الأرض ٠ وتحدد نقط التماس بالطريقة التى سبق شرحها ، ويتم اصلاحها باعادة العزل أو باعادة اللف ٠ ولمس الملفات المتماسة مع الأرض قد يتسبب فى احداث صدمة كهربية ، وهو لذلك خطر ٠ وفى العادة ينفجر المصهر قبل حدوث أى ضرر ٠

٣ ــ احتراق الملفات أو حدوث قصر بها ٠ تتسبب الملفات المحترقة أو التى بها قصر فى انفجار المصهر عادة ، عند توصيل المحرك الى الخط ٠ فاذا لم ينفجر المصهر ، تصاعد الدخان من الملفات ، وفى كل حالة يجب فك المحرك ٠ وتسهل معرفة الملفات المحترقة من رائحتها ومن مظهرها المحروق ٠ والعلاج الوحيد هو استبدال الملفات المحترقة بغيرها ٠ وفى كثير من الحالات تحترق ملفات البدء وحدها ، فاذا كان هذا صحيحا ، فسوف نحتاج الى اعادة لف ملفات البدء فقط ٠ ويجب على كل حال فحص

ملفات الحركة ، للتأكد من عدم وجود عيوب بها ، قبل وضع ملفات البدء الجديدة فى مكانها . فاذا لم تكن الملفات محترقة ، وكان هناك قصر فقط موجود بالدائرة ، أمكن تحديد مكان القصر واصلاحه ، كما شرح مقدما فى هذا الباب .

٥ — فتح فى دائرة جهاز ضبط تعدى الحمل . تزود بعض المحركات بجهاز ضبط زيادة الحمل ، وهو يحتوى على خوصة من المعدن ، تتمدد عند تسخينها ، وتتسبب في فتح نقطتى تلامس مشترك ويوصل هذا الجهاز مع المحرك على التوالى ، كما هو مبين بشكل ١ — ٦٦ ، وتفتح نقطتا تلامسه عندما تحدث زيادة فوق حمل المحرك ، أو عندما تحدث زيادة كبيرة فى شدة التيار المار بالملفات لأى سبب من الأسباب . وعلى العموم يجب أن تقفل نقطتا التلامس بعد أن يبرد المحرك أو عندما تختفى الزيادة فى الحمل . تفحص نقطتا التلامس بقصد اكتشاف وساخه أو عطب أو احتراق بهما فاذا كانتا فى حالة سيئة ، وجب استبدالهما بغيرهما جديدتين .

٦ — زيادة كبيرة فوق الحمل . اذا حمل محرك بزيادة كبيرة ، ولم يكن بدائرته جهاز ضبط تعدى الحمل ، فان المحرك سوف يبطئ ويتوقف عن الدوران . ويمكن معرفة حالة تعدى الحمل بسهولة بتوصيل أمبير متر فى الدائرة ، كما هو مبين بشكل ١ — ٦٧ ، وملاحظة ما اذا كان الأمبير متر يسجل قراءة لشدة التيار ، تزيد بكثير عن القيمة الموجودة على لوح تسمية المحرك . ويتسبب قصر الملفات أيضا فى تسجيل قراءة كبيرة ، ولكننا نفترض ، على كل حال ، أن الاختبارات السابقة قد أثبتت أنه لا يوجد قصر أو تماس مع الأرض فى دوائر الملفات .

٧ — تآكل أو شحط فى كرسى . يظهر عادة الخلل فى كراسى المحركات بعد أن يكون قد مضى على استعمالها مدة طويلة . ويمكن معرفة التآكل فى كرسى جلبة بمحاولة تحريك العمود الى أعلى والى أسفل بالطريقة المبينة فى شكل ١ — ٦٨ . فاذا تحرك العمود ، كان هذا يعنى أن الكرسى متآكل ، ويحتمل أن يكون عمود العضو الدائر هو المتآكل ، كما هو مبين بشكل ١ — ٦٩ . وفى أى الحالتين تحتاج الى كراسى جديدة . وحركة انتقالية صغيرة فى

الكراسى سوف تسمح للعضو الدائر أن يلمس العضو الثابت ، كما هو مبين بشكل ١ ــ ٧٠ ، وسوف تمنع المحرك بذلك من أن يدور . وفى كثير من الأحيان تتراكم الأوساخ فى الجزء المتآكل من الكرسى ، وقد تمنع حركة العمود الى أعلى والى أسفل ، وفى هذه الحالة يفك المحرك ، ويترك العضو الدائر مرتكزا فى غطاء جانبى واحد ، فاذا أمكن قلقلة الغطاء الجانبى الى الأمام والى الخلف ، يكون العمود أو الكرسى متآكلا . ويمكن رفع كرسى جلبة من مكانه بوضع قطعة أسطوانية من المعدن على الكرسى فى مكان نزوله فى الغطاء الجانبى ، وضغطه الى الخارج بوساطة « شاقة » أو بأى أداة ضغط أخرى . وتستعمل لهذا الغرض أداة مناسبة ، وهى عبارة عن قطعة اسطوانية من المعدن تم خرطها على المخرطة بحيث تلائم المقاسات المختلفة للكراسى ، كما هو مبين بشكل ١ ــ ٧١ . وتجب العناية بضغط الكرسى القديم واخراجه من مكانه من ناحية الغطاء الجانبى ذى الفتحة الأوسع ، وان ترفع أى مسامير محواة أو أشرطة مزينة ، يمكن أن تمنع الكرسى من أن يخرج من مكانه بسهولة . ويوضع كرسى الجلبة الجديد فى مكانه بمساعدة قطعة المعدن الاسطوانية ،كما سبق ، ثم يضغط الكرسى فى الغطاء الجانبى ، ويكون الضغط على الكرسى ، بحيث يدخل المسافة المضغوطة ، من ناحية الغطاء الجانبى ذات الفتحة الأوسع . ويجب أن ينطبق وضع فتحات الزيت فى الكرسى مع وضع فتحات الزيت فى الغطاء الجانبى . ويجب عدم تجريح الكراسى والمحافظة عليها أثناء تركيبها .

وتصنع كراسى الجلبة الجديدة فى العادة أقل من المقاس بمقدار بضعة أجزاء من الألف من البوصة وتحتاج الى توسيع حتى تصل الى المقاس المضبوط ، ويتم ذلك بأن توضع الأغطية الجانبية على العضو الثابت بعد ضغط الكراسى فيها ، ولكن قبل وضع العضو الدائر ؛ ثم يستعمل « دشلك » لتوسيع الفتحات . ويمرر « الدشلك » أولا خلال الكرسى فى أحد الغطاءين الجانبيين ، ثم يدفع خلال العضو الثابت حتى الغطاء الجانبى الآخر . وبهذه الطريقة يتم توسيع الكرسيين على نفس المقاس ، كما تصبح محاورهما على استقامة واحدة . ويحتاج الأمر الى استعمال « دشلكين » منفصلين بمقاسين مختلفين ،

اذا كان عمود العضو الدائر فى حاجة الى كرسيين بمقاسين مختلفين عند طرفيه · وفى مثل هذه الحالات تجب العناية بجعل محورى الكرسيين على استقامة واحدة ·

اذا كان العمود متآكلا ، فقد يمكن اعادته الى حالته الاصلية من حيث الاستدارة والنعومة بادارته على مخرطة ، وفى هذه الحالة يجب تزويده بكرسى جديد ذى مقاس أصغر ، وقد يمكن اعادة العمود الى مقاسه الأصلى بتثبيت كمية من المعدن المنصهر عليه بطريقة تسمى التعدين · واذا استعملت هذه الطريقه ، فان العمود المكسو بالمعدن يخرط على مخرطة الى المقاس الصحيح ، ثم يستعمل كرسى بالمقاس المضبوط بدلا من الكرسى القديم ·

اذا نقص الزيت فى الكرسى وترك حتى يجف ، فقد يسخن عمود المحرك ويتمدد حتى يلتحم من نفسه بالكرسى ، وتعرف هذه الحالة بالكرسى المتجمد · ولاصلاح كرسى متجمد ، يجب الطرق على الغطاء الجانبى والكرسى حتى ينفصلا عن العمود ، أو يجب فصلهما باستعمال البورى · بعد ذلك يجب تنعيم العمود ، وتركيب كرسى جديد ·

٨ ــ الغطاءان الجانبيان مثبتان بطريقة غير صحيحة : عندما يكون الغطاء الجانبى غير محكم التثبيت حول محيطه كله ، كما هو مبين بشكل ١ ــ ٧٢ ، فإن محورى الكرسيين لا يكونان على استقامة واحدة · ويمكن حينئذ ادارة العضو الدائر باليد بصعوبة ، أو لا يمكن ادارته على الاطلاق · وعند طرق الغطاء الجانبى بمطرقة خشبية ، أو بمطرقة من الرصاص ، يجب أن يصدر عنه صوت أصم ، كما يجب أن يلائم العضو الثابت عند كل النقط ملائمة تامة ، فاذا لم يكن متلائما معه ، يجب حل كل المسامير المحواة ، ثم ربطها كلها معا ربطا تدريجيا ، بحيث ينطبق الغطاء الجانبى بانتظام وباحكام على العضو الثابت · عند تجميع المحرك اذن لا تحكم ربط المسمار المحوى الأول على الغطاء الجانبى ، ثم تحكم ربط الذى يليه ، وهكذا ، فان احكام ربط المسامير بهذه الطريقة يجعل الناحية المقابلة من الغطاء الجانبى لا تنطبق على العضو الثابت باحكام ·

٩ ــ **انحناء عمود العضو الدائر :** يحتمل الشك فى وجــود انحناء بالعمــود كالمبين بشكل ١ ــ ٧٣ ، اذا لم يلف العضو الدائر بسهولة باليد ، وذلك بعد التأكد من أن الغطـــاءين الجانبيين مثبتان تثبيتا صحيحا • ولمعرفة ما اذا كان العمود منحنيا ، يرفع العضو الدائر من المحرك ويربط على مخرطة ، وعند دوران المخرطة ببطء ، يمكن فى العادة رؤية العضو الدائر يتأرجح الى أعلى والى أسفل اذا كان هناك انحناء بالعمود • ولتحديد مكان الانحناء ، يمسك بمعاير مصنوع خصيصا لهذا الغرض ، قريبا من العمود أثناء دورانه على المخرطة • فاذا لم يتيسر الحصول على مثل هذا المعاير ، يمكن امساك قطعة من الطباشير قريبا من العمود ، فتحتك قطعة الطباشير بالجزء المنحنى من العمود أثناء الدوران ، وتترك عليه علامة •

ويمكن اصلاح عمود منحن بأن يربط العضو الدائر بأحكام بين المركزين على مخرطة ، ثم يدخل قضيب أو قطعة طويلة من ماسورة تحت الجزء المنحنى ، للحصول على قوة الرفع اللازمة • وتجب العناية بضبط مقدار الضغط المبذول فى ثنى العمود ، لاعادته الى الوضع الأصلى • وفى العادة يتم اجراء عملية الثنى على دفعات ، حتى يصبح العمود مستقيما • ويجب استعمال هذه الطريقــة مع المحركات الصغيرة فقط ، والا فقد يصاب مركزا المخرطة بتلف •

المحرك يدور أبطأ من السرعة المعتادة : اذا لم يصل المحرك الى سرعة الدوران العادية ، فمن المحتمل أن يكون به عيب أو أكثر من العيوب الآتية : (١) قصر فى دائرة ملفات الحركة • (٢) بقــاء ملفات البـــدء فى الدائرة • (٣) أقطاب ملفات الحركة معكوسة • (٤)توصيلات أخرى خاطئة فى دائرة العضو الثابت • (٥) كراسى متآكلة • تفكك فى قضبان العضو الدائر •

١ ــ قصر فى دائرة الحركة : يتسبب وجـــود قصر فى دائرة ملفات الحركة فى أن يدور المحرك بسرعة اقل من تلك التى صنع لها ، وأن تصدر عنه ضجة ذات أزيز أو تشبه الزوم • والقطب الذى يحدث به القصر ، كالمبين بشكل ١ ــ ٧٤ ، يصبح عادة ساخنا جدا ، وقد يتصاعد منه الدخان ، لو ترك المحرك دائرا عدة دقائق • ويستخدم « زوام » داخلى لتحديد القطب الموجود

به القصر ، أو يمكن تحديده بمجرد جس الملف الساخن ، وعلاج الملف الذى به أقصر يكون بالعثور على مكان القصر ، ثم عزله لو أمكن • فاذا لم يمكن عزله ، يعاد لف الملف ، أوالملفات كلها •

٢ ــ بقاء ملفات البدء فى الدائرة • دلائل هذا العيب هى نفسها دلائل ملفات الحركة المقصورة ، ولاستنتاج أن ملفات البدء تبقى فى الدائرة ، فك أحد طرفى الملفات ، وابدأ تشغيل المحرك باليد كما هو مبين بشكل ١ ــ ٦٥ ثم صله مع خط التغذية ، بعد أن يلف العضو الدائر • فاذا دار المحرك حينئذ على الوجه المضبوط ، يكون مفتاح الطرد المركزى لا يفصل ملفات البدء فى الوقت المناسب •

قد تلتحم نقطتا تلامس مفتاح الطردالمركزى ــ أو تلتصقان، وقد تسبب عيوب بأجزاء أخرى فى آن تظل نقطتا التلامس مقفلتين ، أو يمكن ألا تفتح الأجزاء الدائرة فى المفتاح نقطتى التلامس الموجودتين فى الجزء الثابت ، وذلك لأن « ورد » الفبر موضوعة بطريقة خطأ على عمود العضو الدائر • وفى أى حالة من هذه الحالات ، يصلح المفتاح كما سبق شرحه ، أو يركب مفتاح جديد ، أو توضع « ورد » الفبر على عمود العضو الدائر ، بالطريقة التى تجعل المفتاح يقفل ويفتح على الوجه المضبوط •

٣ ــ اقطاب معكوسة بملفات الحركة ، اذا وصلت الأقطاب بطريقة ينتج منها قطبية غير صحيحة ، فان المحرك سوف يدور ببطء ، هذا اذا دار على الاطلاق ، كما أن دورانه سوف يكون مصحوبا بضجة • ولكى يكون التحليل أكثر تحديدا ، يحتاج الأمر الى فك المحرك ، واختبار كل قطب ، لمعرفة ما اذا كانت قطبيته صحيحة ، وذلك بتجارب البوصلة أو المسمار التى سبق شرحها • وعند تحديد القطب ذى القطبية الخطأ ، تحل أطراف الأسلاك الموصلة اليه ، وتعكس ، ثم يعاد توصيلها •

٤ ــ توصيلات أخرى خاطئة فى دائرة العضو الثابت • تتسبب التوصيلات الخاطئة بين الأقطاب فى أى من ملفات الحركة أو البدء فى مرور تيارات تأثيرية فى ملفات الأقطاب ، مما يؤدى الى تسخين الملفات تسخينا زائدا ، فيتصاعد منها الدخان ،

ويحتمل أن تحترق · وعنـــد حدوث هـــذه الحالة يجب فك المحرك ، واعادة عمل التوصيلات بعناية ، بالطريقـة التى تم شرحها مقدما فىهذا الباب ، فى بند توصيلات المحرك ذى الوجه المشطور ·ويرتكبهواة التصليح أحيانا بعضالأخطاء فىتوصيل الملفات فىهذا النوع منالمحركات ، منها، وهىأكثر شيوعا،أنهم يوصلون قطبين على التوالى ، والباقى فى دائرة مقفلة ، بنفس الطريقة الموضحة بشكل ١ ــ ٧٥ · ويجب بذل عناية بالغـة بتوصيل الأقطاب بالضبط كما هو مطلوب ·

٥ ــ الكراسى المتآكلة · يصدر عن المحرك أثناء تشغيله ضجة اذا كان به كرسى متآكل أو كان العمود متآكلا ، كما أنه يكون متثاقلا فى دورانه ، والسبب فى ذلك أن العضو الدائر يحتك بالعضـــو الثابت أثناء الدوران ، كما هو مبين بشكل ١ ــ ٧٠ · ويمكن التثبت من وجود حالة تآكل فى الكرسى أو فى العمود بملاحظة ما اذا كان فى الاستطاعة تحريك العمود الى أعلى والى أسفل فى أثناء تجميع المحرك · وفى أى من الحالتين يجب أن يجـــرى التصليح بالطريقة التى سبق شرحها فى هذا الباب ·

٦ ــ بعض القضبان فى العضو الدائر محلولة · يستدل على أن بعض القضبان فى العضو الدائر تكون دائرة مفتوحة ، عنـــدما يدور المحرك بقدرة منخفضة ، ويصدر عنه ضجيج · ويجب حينئذ رفع العضو الدائر من المحرك لمتابعة اختباره · وقد يمكن العثور على القضبان المحلولة بمجرد الفحص بالنظر ، وخصوصا اذا أمكن تحريكها من ناحية الحلقات الجانبية ، فاذا لم يتيسر ذلك يجب اختبار العضو الدائر على زوام عضو الاستنتاج · ويتكون هذا الزوام من قنب حديدى مصنوع من الرقائق ملفوف حوله ملف من السلك · ثم يوصل الملف الى خط متردد الجهـــد ، ١١٠ فولت ، فى حين يوضـــع الدائر فى الجزء المنفرج من القلب الحديدى ، كما هو مبين بشكل ١ ــ ٧٦ ، ويدار · فاذا حدث تغيير فى شدة استضاءة مصباح متصـــل على التوالى مع الزوام ، كان هذا دليلا على وجود قضبان مفتوحة · وعند العثور على القضبان المفتوحة فانها تلحم بالحلقات الجانبية ·

ازدياد سخونة المحرك وهو دائر

يمكن أن يصبح المحرك ساخنا جدا بعد تشغيله وقتا قصيرا لسبب من الأسباب التالية : (١) وجود قصر فى الملفات ، (٢) تماس الملفات مع الأرض ، (٣) حدوث دائرة قصر بين ملفات الحركة وملفات البدء ، (٤) وجود تآكل بالكراسى ، (٥) تعدى الحمل .

١ ــ ملفات مقصورة • اذا كان هناك قصر فى دائرة ملفات الحركة أو ملفات البدء ، فان القطب المقصور تزداد حرارته كثيرا عندما يكون المحرك دائرا ، وبالاضافة الى ذلك يكون دوران المحرك مصحوبا بضجيج • وتسخن الملفات تبعا لذلك الى درجه تؤدى الى تلف المحرك لو ترك دائرا وهو على هذه الحال • والطريقة التى تتبع لمعرفة ما اذا كانت توجد دائرة قصر ، وتحديد مكان وجودها ، قد تم شرحها فى بند اختبار المحرك المشطور الوجه • واذا لم يتيسر اصلاح القصر وعزله ، بعد تحديد مكان وجوده يجب اعادة لف القطب أو الملفات كلها •

٢ ــ تماس الملفات مع الأرض • ان حدوث تماس بين الملفات والأرض عند نقطتين أو أكثر يعد مكافئا لقصر فى الملفات ، ويتسبب فى أن يسخن المحرك جدا وهو دائر ، وسوف يؤدى تبعا لذلك الى حدوث تلف شديد بالمحرك • وتحدد نقط التماس مع الأرض بالطرق التى سبق شرحها ، ويتم اصلاحها باعادة العزل لوأمكن ذلك • فاذا كانت عملية اعادة العزل مستحيلة ، او ظهر أنها غير حكيمة ، يجب اعادة لف القطب الذى به التماس •

واذا كان التماس مع الأرض قد حدث عند نقطة واحدة فقط فى المحرك ، فمن المحتمل الاحساس بصدمة كهربية عند لمس المحرك وهو دائر • ولما كان هذا خطرا على العمال ، فمن الضرورى اصلاح المحرك فى الحال •

٣ ــ حدوث دائرة قصر بين ملفات الحركة وملفات البدء • يتسبب حدوث دائرة قصر بين نوعى الملفات فى مرور تيار فى جزء من ملفات البدء باستمرار أثناء دوران المحرك ، وبمرور الوقت يحرق هذا التيار ملفات البدء • ولتحديد المكان الذى حدث عنده القصر تحل أطراف الملفات عند النهايات ، ثم يوصل أحد

طرفى مصباح اختبار (متصل مع الخط) بملفات الحركة ، ويوصل طرف مصباح الاختبار الآخر بملفات البدء . وسوف يضيء المصباح حينئذ ، لأن التيار ينتقل من ملفات الحركة الى ملفات البدء عند نقطة القصر · تبعد بعد ذلك ملفات الحركة عن ملفات البدء عند نقط مختلفة بالعضو الثابت ، فاذا تحركت تبعا لذلك نقطة القصر ، فقد تتغير شدة استضاءة المصباح أو ينطفيء · واذا لم يتيسر تحديد مكان القصر بهذه الطريقة ، فمن الضرورى أن ترفع ملفات البدء واحدة فواحدة حتى يمكن العثور عليه ·

ويمكن فى العادة اصلاح القصر بادخال شريط من قماش كامبرك مدهون بالورنيش ، أو من ورق « ارمو » بين نوعى الملفات فى المحرك ·

٤ ـ الكراسى متآكلة · عندما تتآكل الكراسى لدرجة تجعل العضو الدائر يحتك بالعضو الثابت ، فان المحرك يصبح اكثر سخونة من المعتاد بعد تشغيله فترة قصيرة من الوقت · ويمكن معرفة وجود كراسى متآكلة بمحاولة تحريك عمود العضو الدائر الى أعلى والى أسفل أثناء تجميع أجزاء المحرك · فاذا أمكن تحريك العمود بهذه الطريقة ، كان هذا يعنى أن الكراسى متآكلة · واذا رفع العضو الدائر من مكانه ووجد أن بسطحه بعض أجزاء لامعة ، كان هذا دليلا على احتمال أن العضو الدائر يحتك بالعضو الثابت ، ويمكن علاج هذه الحالة باستبدال الكراسى بغيرها ·

٥ ـ تعدى الحمل · تسبب تعدى الحمل على المحرك فى جعله يسحب تيارا يزيد عن المعتاد ، مما يؤدى الى زيادة كبيرة فى سخونته · ويوصل أمبير متر فى الدائرة لاستكشاف وجود تعد فى الحمل فاذا سجل الأمبير متر قراءة أكبر من الرقم الموجود على لوحة تسمية المحرك ، يجب تخفيض الحمل أو استبدال المحرك بآخر أكبر منه · ويفترض فى هذا الاختبار ان هناك تعديا فى الحمل الموضوع على المحرك ·

المحرك يدور مصحوبا بضجة

هناك عدة أسباب تؤدى الى صدور ضجة غير عادية عن المحرك المشطور الوجه أثناء تشغيله ، واكثر هذه الأسباب شيوعا هى : (١) الملفات المقصورة

(٢) التوصيل الخاطىء بين الاقطاب (٣) القضبان المحلولة في العضو الدائر (٤) الكرسى المتآكل (٥) مفتاح القوة المركزية المتآكل (٦) زيادة كبيرة فى الحركة المحورية (٧) وجود مواد غريبة فى المحرك ٠

وينتج عن الحالات الثلاث الأولى المذكورة آنفا طنين مغناطيسى أثناء دوران المحرك ٠ فعند ملاحظة وجود مثل هذا الطنين ، يمكن للكهربى أن يتأكد من وجود أحد هذه العيوب ٠ وقد سبق شرح الاختبارات الأخرى التى يصلح أجراؤها لمعرفة هذه العيوب وطرق اصلاحها ٠

وتتسبب الكراسى الشديدة التآكل فى أن يحتك العضو الدائر بالعضو الثابت أثناء دوران المحرك ، مما ينتج عنه ضجة عالية ٠ وتعمل الاختبارات اللازمة لكشف هذا العيب ، ثم تجرى الاصلاحات الواجبة بالطريقة التى سبق شرحها ٠

وقد يتسبب مفتاح الطرد المركزى المتآكل فى صدور ضجة ملحوظة عن المحرك أثناء تشغيله ٠ وحيث ان جزءا من المفتاح موجود على العضو الدائر ، فانه يدور بسرعة عالية ، وقد يحتك عضو محلول من الجزء الدائر بجزء آخر من المحرك أو يرتطم به ، مسببا بذلك الضجة ٠ وعند الشك فى وجود مثل هذا العيب يجب رفع العضو الدائر من داخل العضو الثابت وفحص المفتاح بعناية ٠ وقد نجد أنه من الممكن اصلاح العيوب الموجودة ببعض الأجزاء ، والا فانه يجب تركيب مفتاح جديد ٠

وقد تنتج الضجة أثناء التشغيل عن وجود حركة محورية يعملها العضو الدائر وتزيد عن $\frac{1}{٦٤}$ من البوصة ٠ وتوضع « ورد » من الفبر على عمود العضو الدائر فى الأمكنة المناسبة لعلاج هذا العيب ٠

ويحتمل فى بعض الأحيان أن تكون مادة غريبة ، كقطعة من عازل الأسلاك ، مدفونة بين الملفات أو فى أحد المجارى وتبرز منها لدرجة تجعل العضو الدائر يحتك بها ، فيتسبب هذا فى صدور ضجة غير مرغوب فيها ٠ ويمكن العثور على هذه المادة بعد حل المحرك وفحص كل الملفات والمجارى بعناية ٠ ثم تزال المادة الغريبة بعد العثور عليها عادة بزرادية أو بمفك ، ويجب العناية فى أثناء ذلك بعدم اتلاف العازل على الأسلاك وبين الملفات ٠

الباب الثانى

المحرك ذو المكثف

يشتغل المحرك ذو المكثف بالتيار المتردد ، وهو يصنع بأحجام تتراوح بين $\frac{1}{2}$ من الحصان و ١٠ حصان ، ويستعمل على نطاق واسع لادارة أجهزة تكييف الهواء ، والمكابس ، ومواقد الزيت ، وآلات الغسل •

والمحرك ذو المكثف يشبه محرك الوجه المشطور فى تركيبه ، الا أن به وحدة اضافية ، يطلق عليها المكثف ، توصل على التوالى مع ملفات البدء ، أو الملفات المساعدة •

ويكون المكثف عادة مثبتا بأعلى المحرك ، كما هو مبين بشكل ٢ ــ ١ ، وقد يركب فى أمكنة أخرى خارجة أو بداخل غلاف المحرك • ويعطى المحرك ذو المكثف عزم دوران عند بدء الحركة أكبر من ذلك الذى يعطيه محرك الوجه المشطور ، مع أنه يستهلك تيارا أصغر مما يستهلكه هذا الأخير • ويتغذى المحرك ذو المكثف عادة من دائرة انارة أو دائرة قوى ذات وجه واحد •

المكثف

يستعمل لفظ المكثف على نطاق واسع ، وهو يصف طريقة تشغيل الجهاز ، فهو يعمل على تكثيف الكهربا وخزنها ، أى انه يعمل كوحدة للتخزين ، وكل المكثفات تمتلك هذه الخاصية ، وكلها ذات خواص كهربية واحدة ، وتختلف فقط فى تركيبها الميكانيكى •

المكثف الورقى

يتكون المكثف من موصلين ، عادة من المعدن ، يفصلهما عازل ، كالورق المشبع • والمكثف الورقى يتكون بهذه الكيفية ويحتوى على شرائط عديدة من صفائح معدنية يفصل بينها واحد أو أكثر من أشرطة الورق المشبع •

وتلف الأشرطة أو تثنى معا لكى تكون وحدة متماسكة ، ثم توضع فى اناء معدنى لاستعمالها فى المحركات • ويكون هذا الاناء اسطوانيا ، أو على

شكل متوازى المستطيلات . ويربط بمسامير عادة بأعلى المحرك ، ويزود بصامولتين ، أو طرفى سلك ، لعمل التوصيلات • شكل ٢ ـ ٢ يبين مكثفا ورقيا .

المكثف المملوء بالزيت

تصنع بعض المكثفات من الورق المشبع بالزيت ، ثم توضع فى اناء مملوء بالزيت ، وهذا يؤدى الى زيادة خاصية العزل فى الورق ، كما انه يساعد على حفظ المكثف من السخونة الزائدة • ويبين شكل ٢ ـ ٣ مكثفا مملوءا بالزيت .

المكثف ذو السائل الكهربى

يستخدم المكثف ذوالسائل الكهربى فى كثير منالمحركات ذاتالمكثفات• ويتكون هذا النوع من المكثفات من فرخين من صفائح الالومنيوم ، تفصل بينهما طبقة أو أكثر من الشاش المشبع بمحلول كيموى . يطلق عليه السائل الكهربى ، وهو يكون طبقة رقيقة تقوم مقام العازل فى المكثف ذى السائل الكهربى . ويلف هذه الطبقات بقطعة من الشاش معا وتعـد فى اناء من الألومنيوم • وشكل ٢ ـ ٤ يبين مكثفا ذا سائل كهربى • ويجب عدم الاحتفاظ بهذا النوع من المكثفات فى الدائرة أكثر من ثوان معدودة فى كل مرة عند ادارة المحرك ، وذلك لأنها مصنوعة على أساس التشغيل المتقطع •

السعة

تقاس المكثفات بالميكروفاراد (وتختصر الى م • ف •) ، وتتوقف سعة المكثف على حجمه ونوعه ، وقد تبلغ ١٠ م• ف• أو ١٥٠ م• ف• وقد يفقد المكثف خواصه المميزة نتيجة لكثرة الاستعمال ، او للسخونة الزائدة ، او لأى سبب آخر • ويجب عندئذ استبداله بآخر له نفس السعة تقريبا ، والا فان المحرك قد لا يستطيع ان يولد عزم الدوران المطلوب عند البدء •

ويستخدم المكثف فى بعض المحركات كجهاز لبدء الحركة ، ويطلق عليها، فى هذه الحالة ، المحركات ذات مكثفات البدء ، وفى أنواع أخرى من المحركات يستعمل المكثف اثناء البدء ، ثم يظل فى الدائرة طوال فترة التشغيل • ويطلق على هذا النوع المحرك ذو مكثف البدء والحركة •

تركيبه

يشبه هذا المحرك فى تركيبه المحرك المشطور الوجه ، الا فيما يختص بالمكثف · ويتركب المحرك ذو مكثف البدء من الأجزاء الرئيسية الآتية : (١) العضو الثابت به المجارى ، وفيها ملفات البدء وملفات الحركة (٢) العضو الدائر من نوع القفص السنجانى (٣) غطاءان جانبيان (٤) المفتاح ، وهو عادة من نوع القوة المركزية ، ويتكون من جزء ساكن مثبت فى الغطاء الجانبى الأمامى وجزء دائر مثبت فى العضو الدائر و (٥) المكثف ، وهو ذو سائل كهربى عمزما ·

طريقة التشغيل

يبين شكل ٢ ـ ٥ دائرة توصيل محرك ذى مكثف بدء · أثناء فترة البدء توصل ملفات الحركة وملفات البدء مع الخط ، حين يكون مفتاح الطرد المركزى مقفلا ·

وعندما يصل المحرك الى ٧٥٪ تقريبا من السرعة الكاملة ينفتح مفتاح الطرد المركزى ، وبذلك تنفصل ملفات البدء والمكثف عن دائرة الخط ، وتبقى ملفات الحركة وحدها موصلة على الخط ·

لكى يتولد عزم دوران ابتدائى فى محرك المكثف ، ينبغى تكوين مجال مغناطيسى دائر بداخل المحرك · ولعمل ذلك توضع ملفات البدء مرحلة عن ملفات الحركة بزاوية مقدارها ٩٠ درجة كهربية · ويستعمل المكثف لكى يساعد التيار فى ملفات البدء على الوصول الى أقصى قيمته قبل أن يصل التيار فى ملفات الحركة أقصى قيمته · وبمعنى آخر يستعمل المكثف لكى يساعد التيار فى ملفات البدء على أن يسبق التيار فى ملفات الحركة ، وينتج عن هذه الحالة تولد مجال مغناطيسى دائر فى العضو الثابت ، ويعمل هذا المجال على انتاج تيار كهربى بالتأثير فى ملفات العضو الدائر ، وتبعا لذلك فان المجال المغناطيسى يؤثر بطريقة تؤدى الى توليد حركة الدوران فى العضو الدائر

اعادة اللف

تحتوى معظم الأنواع الشائعة الاستعمال من محرك مكثف البدء على نوعين من الملفات فى العضو الثابت ، تماما كما يوجد فى محرك الوجه

المشطور ، وهـــو ملفات الحركة وملفات البدء • وتوضـــع ملفات الحركة باستمرار فى قاع المجارى ، ثم توضع فوقها ملفات البدء مرحلة عنها بزاوية قدرها ٩٠ درجة كهربية • وبمعنى آخر تأخذ أقطاب ملفات البدء الأوضـــاع المتوسطة بين أقطاب ملفات الحركة • وعند فحص ملفات البـــدء فى محرك مكثف البدء نجد أنها تلف عادة من سلك أصغر مقاســـا من سلك ملفات الحركة •

وتوضع ملفات محرك مكثف البدء فى المجارى بنفس الطريقة التى توضع بها الملفات فى محرك الوجـــه المشطور ، كما يمـــكن استعمال طريقة اللف باليد ، أو اللف على قالب (ضبعة) ، أو اللف بالحزمة ، ويتوقف الأمر فى ذلك على نوع المحرك •

توصيلات محرك مكثف البـدء

نذكر فيما يلى بعضـــا من الأنواع المتعددة للمحرك ذى المكثف ، ولكل منها طريقة مميزة فى توصيل الملفات • وقد صمم بعض منها ليشتغل على جهد واحد ، والبعض الآخر يمكن تشغيله على جهدين مختلفين • وكثير منها يمكن عكس اتجاه دورانه من الخارج ، وبعضها لا يمـــكن ذلك الا من الداخل • وسوف نقوم بوصف المحركات الآتية ، مع اعطاء رسم لتوصيلاتها ، لايضاح طريقة تشغيلها :

١ ـ بجهد واحد ، ويمكن عكس اتجاه الدوران من الخارج •
٢ ـ بجهد واحد ، وغير ممكن عكس اتجاه الدوران •
٣ ـ بجهد واحد ، يمكن عكس اتجاه دورانه ، وبه منظم حرارى •
٤ ـ بجهد واحـــد ، غير ممكن عكس اتجـــاه دورانه ، وبه مفتاح مغناطيسى •
٥ ـ بجهدين ، لا يمكن عكس اتجاه دورانه •
٦ ـ بجهدين ، ويمكن عكس اتجاه دورانه •
٧ ـ بجهدين ، وبه منظم حرارى •
٨ ـ بجهد واحد ، له ثلاثة أطراف أسلاك ، ويمـــكن عكس اتجاه دورانه •
٩ ـ بجهد واحد ، ويمكن عكس اتجاه دورانه فى الحال •
١٠ ـ بسرعتين •
١١ ـ بسرعتين ، وبه مكثفان •

عند رسم التوصيلات لهذه المحركات ، تبين أطراف الأســـلاك خارجة من المحرك ، وهذا لا يحدث فى الواقع فى جميع الحالات ، اذ أن هـــذه الأطراف كثيرا ما توصل الى نهايات موضوعة من داخل الدعامة الجانبية الأماميـــة •

وتنبت النهايات فى كثير من المحركات على الجزء الساكن من مفتاح الطرد المركزى • ويستعمل المكثف ذو السائل الكهربى فى كل محركات مكثف البدء الآتى ذكرها •

١ ـ محرك مكثف البدء المفرد الجهد • والممكن عكس اتجاه دورانه من الخارج • ولهذا المحرك أربعة أطراف أسلاك تمتد الى خارجه : اثنان منها تأتى من دائرة ملفات الحركة ، واثنان من دائرة ملفات البدء ، ونحتاج الى هذه الأسلاك الأربعة اذا أردنا عكس اتجاه الدوران من الخارج • ويتصل مفتاح الطرد المركزى داخليا على التوالى مع ملفات البدء والمكثف • ويبين شكل ٢ ـ ٦ طريقة توصيل الملفات فى حالة الدوران فى اتجاه عقربى الساعة، فى حين يبين شكل ٢ ـ ٧ نفس الملفات موصلة لاعطاء دوران فى عكس اتجاه عقربى الساعة ، أو الاتجاه المضاد • ويتضح من الرسم أنه لعكس اتجاه الدوران فى هذا المحرك أو فى أى نوع آخر من المحركات ذات المكثف ، يتحتم علينا فقط أن نعكس توصيل أطراف ملفات البدء بالنسبة لأطراف ملفات الحركة ، أو بالعكس •

وتتوقف سرعة هذا المحرك ، كما هى الحال فى الأنواع الأخرى من المحركات ، على عدد الأقطاب فيه : فكلما زاد عدد الأقطاب قلت السرعة ، وكلما قل عدد الأقطاب ازدادت السرعة • وتوصل ملفات الأقطاب على التوالى أو على التوازى ، كما هى الحال مع المحرك مشطور الوجه ، وانما تجب العناية عند توصيل ملفات الأقطاب مع بعضها بأنه ينتج قطبية مختلفة فى الأقطاب المتجاورة • ولما كان المحرك ذو أربعة الأقطاب هو أكثر هذه المحركات شيوعا ، فسوف نبدأ ببيان الرسم الخاص بمحرك ذى أربعة أقطاب متصلة على التوالى ، ثم بيان الرسم الخاص بمحرك ذى أربعة أقطاب متصلة على التوازى • والشكلان ٢ ـ ٨ و ٢ ـ ٩ يمثلان محركا ذا مكثف بأربعة أقطاب متصلة على التوالى ، كما يبين الشكلان ٢ ـ ١٠ و ٢ ـ ١١ محركا ذا مكثف بدء بدائرتى توصيل وأربعة أقطاب • وفى كل من الشكلين ٢ ـ ٩ و ٢ ـ ١١ نجد النهايتين $ت_١$ ، $ت_٢$ متصلتين معا بطرف الخط $ل_١$ ، وتتصل النهايتان $ت_٣$ ، $ت_٤$ معا بطرف الخط $ل_٢$ •

٢ ـ المحرك ذو مكثف البدء المفرد الجهد • وغير ممكن عكس اتجاه دورانه • اذا كانت أطراف ملفات الحركة متصلة داخليا مع أطراف ملفات البدء ، أصبح عكس اتجاه الدوران غير ممكن الا بعد أن يفك المحرك ، وتعكس توصيلات الأطراف • وتصنع بعض المحركات بهذه الطريقة ، لأن استعمالها لا يحتاج الا الى دوران فى اتجاه واحد • وشكل ٢ ـ ١٢ يبين دائرة التوصيل لمحرك من هذا النوع بطرفى توصيل خارجيين •

٣ ـ المحرك ذو مكثف البدء المفرد الجهد الممكن عكس اتجاه الدوران فيه ، وبه منظم حرارى • تزود المحركات ذات مكثف البدء فى الغالب بجهاز يطلق عليه اسم المنظم الحرارى ، وهو يستخدم بغرض حماية المحركات من تعدى الحمل ، وزيادة السخونة ، ومن دوائر القصر ، وهكذا • ويتكون هذا الجهاز أصلا من وحدة مكونة من معدنين مختلفين ، توصل على التوالى من الخط ، وتركب عموما على المحرك • وتصنع هذه الوحدة المزدوجة المعدن من معدنين يمتدد كل منهما بمعدل يختلف عن الآخر عند تسخينهما • ويلحم هذان المعدنان معا بطريقة الصهر عند الطرفين ، وبذلك يحدث انحناء فى الوحدة عند تسخينها • وفى العادة يكون أحد طرفى الوحدة مثبتا ، بينما يستخدم الطرف الآخر لعمل نقطة التلامس • شكل ٢ ـ ٢٣ يبين دائرة التوصيل لمحرك به جهاز تعدى الحمل ذى معدن مزدوج • وعندما يمر تيار زائد الشدة فى المحرك لفترة قصيرة من الوقت ، يتسبب عن مروره تسخين الوحدة لدرجة غير عادية ، مما يؤدى الى انحنائها لدرجة تكفى لفتح نقطتى التلامس ، وبذلك تفتح دائرة التوصيل • وفى بعض أنواع هذه الوحدات الحرارية تقفل نقطتا التلامس آليا عندما تبرد الوحدة مزدوجة المعدن • وفى وحدات أخرى يجب الضغط على زر اعادة ، لارجاع المحرك الى حالة التشغيل • وفى بعض أنواع الوحدات الحرارية توجد وحدة تسخين لتزويد المعدن المزدوج بالحرارة ، وتوصل وحدة التسخين فى هذا النوع مع الخط على التوالى • وعندما يمر تيار زائد الشدة فى وحدة التسخين نتيجة لتعدى الحمل ، تفتح وحدة المعدن المزدوج الدائرة • وتوضع وحدة المعدن المزدوج اما بداخل وحدة التسخين أو الى جانبها •

وفى كل المحركات التى يراد وقايتها من الحرارة الزائدة ، تجب العناية بتوصيل وحدة المعدن المزدوج على التوالى مع خط • وشكل ٢ ـ ١٤ يبين رسما لمحرك ذى مكثف بقطبين ، وبه جهاز وقاية ضد الحرارة الزائدة •

المكثف ذو صندوق النهايات :

يوجد بكثير من محركات أجهزة التكييف صندوق للنهايات مثبت مع المكثف وتعلم ثلاث النهايات بالحروف ت ، ت ل ، ل كما هو مبين بشكل ٢ ـ ١٥ • وتوصل أسلاك الخط $ل_١$ ، $ل_٢$ بالنهايات ل ، ل ت ، كما توصل الأسلاك التى تتصل بالمنظم الحرارى بداخل جهاز التكييف بالنهايات ت ل ، ت • ويوصل أحد طرفى المكثف بالنهاية التى لا تحمل علامة ، فى حين

يوصل الطرف الثانى للمكثف بالنهاية ل ٠ ويبين شكل ٢ ـ ١٦ هذا المكثف متصلا مع محرك ذى مكثف بدء ٠

٤ ـ المحرك ذو مكثف البدء ، مفرد الجهد ، غير ممكن عكس اتجاه دورانه ، وبه مفتاح مغناطيسى ٠ يستخدم فى أنواع مخصوصة من أجهزة التكييف محركات تشتغل فى سائل مكيف ، لا يسمح باستخدام مفتاح الطرد المركزى ٠ ويستعمل فى مثل هذه المحركات مفتاح يشتغل بالمغناطيسية ، وهو يعمل على فصل ملفات البدء من الدائرة ٠ ويعتمد المفتاح المغناطيسى فى طريقة تشغيله على أساس أن شدة تيار البدء للمحرك ذى مكثف البدء تبلغ ضعف أو ثلاثة أمثال تيار التشغيل ويتكون المفتاح من ملف مغناطيسى (يوصل على التوالى مع ملفات الحركة) وغاطس ، ونقطتى تلامس ٠ كما هو مبين بشكل ٢ ـ ١٧ ٠

وعندما يمر التيار من الخط عند البدء يصبح الملف مشحونا بالطاقة ، ويؤدى ذلك الى رفع الغاطس الذى يقفل نقطتى تلامس ، تكونان فى العادة مفتوحتين ، وهما متصلتان على التوالى مع ملفات البدء ٠ وتبعا لذلك فان كلا من ملفات البدء وملفات الحركة تكون داخلة فى الدائرة عند بدء حركة المحرك ٠ ولكن عندما تنخفض قيمة التيار العالية عند البدء الى قيمتها المعتادة أثناء التشغيل ، تصبح شدة التيار المار فى الملف المغناطيسى غير كافية لحفظ الغاطس فى مكانه العلوى ، فيسقط فاتحا نقطتى التلامس ، وتاركا دائرة ملفات البدء مفتوحة ٠

شكلا ٢ ـ ١٨ ، ٢ ـ ١٩ يبينان كيفية توصيل مفتاح مغناطيسى مع محرك ، وهذه الطريقة فى توصيل مفتاح مغناطيسى مع محرك ذى مكثف بدء هى احدى طرق كثيرة ، ولكن طريقة التشغيل أساسا واحدة فيها جميعا ٠

ولا توصل هذه المحركات عادة على اعتبار أنها ستعكس اتجاه دورانها ، ولا بد من اخراج أربعة أسلاك من المحرك اذا أردنا عكس اتجاه الدوران ٠

ويكمن أحد عيوب هذا النوع من المحركات فى أن أى تعد بسيط للحمل قد يتسبب فى تشغيل الملف المغناطيسى وتوصيل ملفات البدء مع الخط ، وبذلك يمكن أن تحترق هذه الملفات ، لأنها فى العادة لا تحتمل التشغيل الا لمدة ثوان معدودة ٠

٥ ـ المحرك ذو مكثف البدء ، مزدوج الجهد وغير ممكن عكس اتجاه دورانه ٠ يمكن استعمال هذا النوع من المحركات على جهدى تيار متردد مختلفتين ، وهما عادة ١١٠ ، ٢٢٠ فولت أو ٢٢٠ ، ٤٤٠ فولت ٠ وتحتوى

المحركات التى من هـــذا النوع عموما على وحدتين من الملفات الرئيسية ، ووحدة ملفات بدء واحدة ، مع خروج عدد كاف من أطراف الأسلاك يسمح بالتغيير من جهد الى آخر (تحتوى بعض المحركات على وحـــدة واحدة من الملفات الرئيسية مقسمة الى قسمين) • فاذا اشتغـل المحرك على جهـــد قدره ٢١٠ فولت توصل وحدتا ملفات الحركة على التوازى كما هـــو مبين بشكلى ٢ ــ ٢٠ ، ٢ ــ ٢١ • واذا أردنا التشغيل على جهد قدره ٢٢٠ فولت توصل وحدتا ملفات الحركة على التوالى ، كما هو موضح بشكلى ٢ ــ ٢٢ ، ٢ ــ ٢٣ • وتشتغل ملفات البدء فى كل من الحالتين على الجهد المنخفض ، وتوصل لهذا الغرض مع طرفى أحد قسمى الملفات الرئيسية • وتستخدم دوائر مماثلة فى حالة التشغيل على ٢٢٠ ، ٤٤٠ فولت •

يبين شكلا ٢ ــ ٢٤ ، ٢ ــ ٢٥ رسمين لتوصيلات العضو الثابت لمحرك مزدوج الجهد ذى أربعة أقطاب • ويمكن عكس اتجاه دوران هـــذا المحـــرك بعد رفع الغطاء الجانبى وعكس توصيل أطراف ملفات البدء ، وتوجد أربعة أطراف ممتدة الى خارج المحرك ، اثنتان لكل وحدة من ملفات الحركة •

والمعلومات التالية أخـــذت لمحرك مثالى : وهـــو محرك ذو مكثف بدء مزدوج الجهد تبلغ قدرته ٣/٤ حصان • وبفحصه وجـــد أنه يحتـــوى على ٣٦ مجرى وثلاث طبقات من الملفات • وتتكون هذه الطبقات من وحدتين متشابهتين من ملفات الحركة الموضوعة معا فى نفس المجـــارى والمعزولة بعضها عن بعض ، ووحدة من ملفات البدء موضوعة على ٩٠ درجة كهربية من ملفات الحركة • وكانت ملفات الحركة متصلة على التوازى كما أن ملفات البدء كانت متصلة على التوالى • وتخرج من المحرك خمسة أطراف أســـلاك ليمكن عن طريقها التوصيل على ١١٠ أو ٢٢٠ فولت • ولعكس اتجـــاه الدوران يرفع الغطاء الجانبى الأمامى وتعكس أطراف أسلاك ملفات البدء على لوحة النهايات التى على مفتاح القوة المركزية •

شكل ٢ ــ ٢٦ يبين توصيلات الملفات للتشغيل على ١١٠ فولت ، أما التوصيلات الداخلية بين أقطاب هذا المحرك فهى مبينة فى شكل ٢ ــ ٢٧ •

وقد تم تسجيل الملفات وعدد اللفات ومقاس السلك أثناء الحل • وهذه المعلومات مبينة بشكل ٢ ــ ٢٨ •

وقد أعيد هذا المحرك بنفس مقاس السلك ونفس عـــدد الملفـــات • الا أنه بدلا من لف الوحدة الأولى من ملفات الحركة ثم لف الوحدة الثانية فوقها ، ثم وضع الملفين فى نفس الوقت باستعمال سلكين منفصلين • وقد استخدمت طريقة اللف اليدوى •

تصمم المحركات المزدوجة الجهد أيضا لكى تشتغل بوحدة واحدة من ملفات الحركة ووحدة من ملفات البدء ، وتتكون ملفات الحركة فى هذه الحالة من قسمين ، ولكل قسم سلكان يمتدان الى خارج المحرك فى محرك ذى مكثف بدء مزدوج الجهـد وله أربعة أقطاب يكون بملفـات الحركة قطبان متصلان على التوالى ، وممتد منهما سلكان الى خارج المحرك ٠ ويوصـل القطبان الباقيان على التوالى مع اخـراج سلكين منهما ليصـبح مجمـوع الأسلاك الخارجية كلها أربعة ٠ فعند التشغيل على الجهد المنخفض يوصل القسمان على التوازى ، وعند التشغيل على الجهد المرتفع يوصـل القسمان على التوالى ، وفى كل من الحالتين توصل ملفات البدء مع طرفى قسم واحد من ملفات الحركة ٠ شكل ٢ ـ ٢٩ يبين هذا كله ٠ والأساس فى طريقـة تشغيل هذا المحرك هو نفسه الذى شرح فى المحرك السابق ٠ ويبين شكلا ٢ ـ ٣٠ ، ٢ ـ ٣١ رسم التوصيلات لمحرك ذى مكثف بدء مزدوج الجهد بأربعة أقطاب ٠ وملفات هذا المحرك تشبه مثيلتها فى محرك مكثف بدء مفرد الجهد ذى أربعة أقطاب ٠

٦ ـ المحرك ذو مكثف البدء والممكن عكس اتجاه دورانه ، ومزدوج الجهد : يراعى فى هذا المحرك امكان عكس الدوران من الخارج وذلك بمد سلكين اضافيين الى خارج المحرك مأخوذين من دائرة ملفات البدء ٠ ويبين شكلا ٢ ـ ٣٢ ، ٢ ـ ٣٣ التوصيلات اللازمة للدوران فى اتجاه عقربى الساعة وعكس اتجاه عقربى الساعة ١١٠ فولت ٠ ويبين شكلا ٢ ـ ٣٤ ، ٢ ـ ٣٥ التوصيلات اللازمة للتشغيل على ٢٢٠ فولتا ٠

٧ ـ المحرك ذو مكثف البدء ، مزدوج الجهد وبه جهاز حماية من تعدى الحمل ٠ المحرك ذو مكثف البدء المزدوج الجهد والذى لا يمكن عكس اتجاه دورانه ، والموصوف فى البند الخامس (ص ٤٨) ، كان يحتوى على جهاز تنظيم حرارى لحمايته من تعدى الحمل ، وهو يتكون من شريط من معدن مزدوج ونقطتى تلامس متصلة كما هو مبين بشكل ٢ ـ ٢٦ ٠

٨ ـ المحرك ذو مكثف البدء ، مفرد الجهد ، ممكن عكس اتجاه دورانه ، وله ثلاثة أطراف ٠ لا يمكن عكس اتجاه دوران محرك ذى مكثف بدء عادى من الخارج اذا كانت هناك ثلاثة أطراف فقط ٠ ويمكن عكس اتجاه الدوران بسهولة ، على كل حال ، اذا استخدمنا ملفات حركة ذات قسمين ، كما هى الحال فى المحرك المزدوج الجهد ٠ ولكى يصبح ذلك ممكنا يوصل القسمان على التوالى داخليا كما هى الحال فى التوصيل على ٢٢٠ فولتا لمحرك مزدوج الجهد ٠ ويؤخذ الطرفان الباقيان خارج المحرك للتوصيل الى خط التغذية

(كما هو موضح بشكل ٢ ـ ٣٦) • ويوصل أحد طرفى ملف البدء داخليا عند المنتصف بين قسمى ملفات الحركة • ويؤخذ الطرف الثانى لدائرة ملفات البدء الى خارج المحرك • ويؤدى هذا الترتيب الى توصيل دائرة ملفات البدء على التوازى مع القسم ١ من ملفات الحركة للدوران فى أحد الاتجاهين كما فى شكل ٢ ـ ٣٦ •

وللحصول على دوران فى الاتجاه العكسى ينقل طرف التوصيل الخارج لدائرة ملفات البدء الى الوضع المبين بشكل ٢ ـ ٣٧ ، حيث تصبح ملفات البدء موصلة على التوازى مع القسم ٢ من ملفات الحركة ، وهذا يؤدى الى عكس اتجاه التيار فى ملفات البدء •

ويبين شكل ـ ٣٨ رسما تخطيطيا للملفات خارجا منها ثلاثة أطراف بغرض عكس اتجاه الدوران •

٩ ـ المحرك ذو مكثف البدء ، مفرد الجهد ، ويمكن عكس اتجاه دورانه فى الحال • فى أحوال التشغيل العادية يجب ان يتوقف المحرك ذو مكثف البدء عن الدوران تماما قبل أن يتمكن من بدء الدوران فى الاتجاه المضاد ، وذلك لأن مفتاح الطرد المركزى لا يمكن أن يقفل الا بعد أن يكون المحرك قد توقف تقريبا عن الدوران • وحيث أن ملفات البدء تكون خارج الدائرة عندما يكون المفتاح فى الوضع المفتوح ، فان عكس طرفى هذه الملفات ليس له تأثير على تشغيل المحرك عندما يكون دائرا

يوجد ببعض محركات مكثف البدء مفتاح عاكس يوصل كما هو مبين بشكل ٢ ـ ٣٩ • ولهذا المفتاح ثلاث شفرات ، أو أقطاب ، وهى تتحرك معا كوحدة الى أى من الوضعين • وينتج دوران فى اتجاه عقربى الساعة فى أحد هذين الوضعين ، كما هو موضح بالرسم ، وفى الوضع الثانى ينعكس توصيل أطراف ملفات البدء ، فينتج دوران فى اتجاه ضد عقربى الساعة •

ولكى نعكس اتجاه دوران هذا النوع من المحركات يجب أن ننتظر حتى تهدأ سرعة المحرك الى الدرجة التى يقفل عندها مفتاح الطرد المركزى ، ثم نوصل ملفات البدء الى الخط •

عكس اتجاه الدوران فى الحال : فى أنواع معينة من الأشغال قد يمضى وقت غير قصير فى انتظار توقف العضو الدائر عن الدوران قبل أن يمكن عكس الاتجاه • ولكى يمكن عكس اتجاه الدوران فى الحال وفى أثناء تشغيل المحرك بسرعته الكاملة يوضع متمم فى الدائرة لكى يقصر الدائرة عبر المفتاح المركزى ويوصل ملفات البدء فى الدائرة فى الاتجاه العكسى •

ويبين شكل ٢ ـ ٤٠ مثل هذا المحرك ذى مكثف البدء الذى يمكن عكس اتجاه دورانه فى الحال ، وبه مفتاح عاكس • فى حالة السكون يكون مفتاح الطرد المركزى ذا نقطتى التلامس فى وضع البدء ، حيث يكون المكثف وملفات البدء متصلة على التوالى مع الخط ، وفى نفس الوقت يكون ملف المتمم ، وهو فى العادة مقفل ، متصلا بين طرفى المكثف • وعندما يكون المفتاح اليدوى فى وضع الى الأمام تكون ملفات الحركة موصلة على الخط ، ويكون المكثف وملفات البدء متصلة على التوالى مع الخط ، كما يكون ملف المتمم متصلا بين طرفى المكثف •

ويصبح الجهد الموجود بين طرفى المكثف مسلطا على ملف المتمم ، مما يؤدى الى فتح نقطتى تلامس المتمم ، وهما اللتان تكونان فى العادة مقفلتين • وبعد أن يبدأ المحرك حركته ثم ترتفع سرعته ينتقل مفتاح الطرد المركزى الى وضع التشغيل ، وهذا يؤدى الى فصل المكثف من الدائرة تاركا ملفات البدء متصلة على التوالى مع ملف المتمم • ولما كانت مقاومة ملف المتمم عالية ، فانه لا يسمح بمرور تيار فى ملفات البدء الا بالقيمة التى تكفى فقط لأن تحفظ نقطتى تلامس المتمم مفتوحتين •

وفى أثناء الفترة ، التى تقدر بجزء صغير من الثانية ، والتى ينقل فيها المفتاح اليدوى من وضع الى الأمام الى وضع بالعكس لا يمر أى تيار فى ملف المتمم ، وتبعا لذلك تقفل نقطتا تلامس المتمم • وعندما يصل المفتاح الى وضع بالعكس يمر تيار خلال نقطتى تلامس المتمم المقفلتين الى ملفات البدء ، ولكن فى الاتجاه المعكوس ، وهذا يولد عزم دوران فى عكس اتجاه الدوران مما يؤدى الى توقف المحرك عن الدوران فى الحال ، فيعود مفتاح الطرد المركزى الى وضع البدء ، عاملا على توصيل المكثف مع ملفات البدء على التوالى ، ويبدأ العضو الدائر فى الدوران فى الاتجاه المضاد • وتصمم الملفات والعضو الدائر فى هذا النوع من المحركات بحيث يمكنها تحمل الاجهاد الناشىء عن العكس السريع •

١٠ ـ محرك مكثف البدء المزدوج السرعة • احدى الطرق المستعملة لتغيير سرعة محرك ذى مكثف بدء تكون بتغيير عدد الأقطاب فى الملفات ، ولعمل ذلك توضع وحدتان منفصلتان لملفات الحركة فى المجارى ، وهى تتكون عادة من ملفات ذات ستة أقطاب وملفات بثمانية أقطاب ، وتستعمل وحدة واحدة من ملفات البدء ، وهى تعمل بالتزامل مع ملفات الحركة ذات السرعة العالية • ويكون مفتاح الطرد المركزى من النوع المزدوج القفل أو الانتقالى ، وتوجد نقطتا تلامس فى ناحية البدء من المفتاح ، ونقطة تلامس

واحدة فى ناحية التشغيل من نفس المفتاح · ويستعمل مفتاح خارجى لتغيير سرعة المحرك · وشكل ٢ ـ ٤١ يوضح رسما تخطيطيا لمحرك ذى مكثف بدء مزدوج السرعة ·

ويبدأ هذا المحرك دورانه على السرعة العالية بصرف النظر عما اذا كان مفتاح السرعة على الوضع عاليا أو منخفضا ، فاذا وضع هـذا المفتاح على ناحية منخفضا فان ملفات البدء وملفات الحركة للسرعة العالية سوف تقطع من الدائرة بوساطة مفتاح الطرد المركزى عندما يبلغ المحرك سرعته ، وفى نفس الوقت يعمل مفتاح الطرد المركزى على توصيل ملفات الحركة للسرعة المنخفضة ·

وتوجد أنواع الملفات الثلاثة المستعملة فى هذا المحرك فى أوضاع محددة بالنسبة الى بعضها فى المجارى كما هو مبين بشكل ٢ ـ ٤٢ ، وهو يمثل عرضا مثاليا لخطوة الملفات فى محرك به ٢٦ مجرى ·

١١ ـ المحرك ذو مكثف البدء المزدوج السرعة والمحتوى على مكثفين · يحتوى هذا المحرك على وحدتين من ملفات الحركة ، ووحدتين من ملفات البدء ، ومكثفين · ويستعمل أحد المكثفين عند التشغيل على السرعة العاليه ، والآخر للتشغيل على السرعة المنخفضة ، ويعمل مفتاح طرد مركزى مزدوج على فصل وحدتى ملفات البدء من الدائرة بعد بدء الدوران · ويبين شكل ٢ ـ ٤٣ رسما لهذا النوع من المحركات ·

المحرك ذو مكثف البدء والحركة

يدور المحرك ذو مكثف البدء والحركة بهدوء ويسر · وهو يشبه محرك مكثف البدء ، فيما عدا أن ملفات البدء والمكثف يظلان متصلين فى الدائرة طوال وقت التشغيل · وتبدأ بعض المحركات دورانها ثم تشتغل بقيمة واحدة للمكثف الموجود بالدائرة ، ويطلق عليها محركات مكثف الحركة المفرد القيمة · والبعض الآخر من هذه المحركات تبدأ دورانها بقيمة عالية للمكثف ، ثم بفعل مفتاح معد لهذا الغرض تشتغل بقيمة منخفضة للمكثف ، وهذه تعرف بمحركات مكثف الحركة المزدوج القيمة ·

المحرك ذو مكثف الحركة المفرد القيمة

بعض أنواع المحركات المفردة القيمة هى :

١ ـ مفرد الجهـد ·

٢ ـ مزدوج الجهـد ·

٣ ـ مفرد الجهد ، قابل للعكس ·
٤ ـ مزدوج السرعة ، مفرد الجهد ·
٥ ـ ثلاثى السرعة ، مفرد الجهد ·

وسوف نقوم بشرح هذه المحركات وتوصيلاتها فى الفقرات الآتية :

١ ـ المحرك ذو مكثف الحركة المفرد القيمة والمفرد الجهد · يشبه هذا المحرك محرك مكثف البدء من جميع النواحى ، فيما عدا أنه لا يحتوى على مفتاح طرد مركزى ، وتوجد به وحدتان من الملفات واحدة للحركة وواحدة للبدء ، وهما موضوعتان بحيث تفصل بينهما مسافة قدرها ٩٠ درجــة كهربية · ويكون المكثف مركبا بأعلى المحرك أو موضوعا على حدة · وتكون سعة المكثف عموما صغيرة ، وتتراوح قيمتها بين ٣ ، ١٦ م · ف · على وجه التقريب · ويكون المكثف فى العادة من النوع المعزول بالورق وقد يكون من النوع الممتلىء بالزيت ·

ينتج عن صغر سعة المكثف أن عزم الدوران عند البدء يكون ذا قيمة متوسطة ، وعلى هذا فان هذا المحرك يستعمل فقط فى الأحوال التى يلائمها ذلك ، وهى تشمل مواقد الزيت ومنظمات الجهــد والمراوح · وتعمــل محركات مكثف الحركة المفرد القيمة فى هدوء ويسر ·

تكون توصيلات الملفات كمثيلتها فى محرك مكثف البدء ، فيما عدا أن مفتاح الطرد المركزى غير موجود ، وشكل ٢ ـ ٤٤ يبين رســما تخطيطيا لمحرك مكثف حركة مفرد القيمة ·

ولعكس اتجاه دوران المحرك المبين بشكل ٢ ـ ٤٤ يجب رفع الغطــاء الجانبى وعكس أطراف توصيل ملفات البدء بالنسبة الى ملفات الحركة · ولكى نتجنب عملية رفع الغطاء الجانبى فى المستقبل يمكن مد أربعة أسلاك الى خارج المحرك أو الى لوحة النهايات على المحرك ، كما هو مبين بشــكل ٢ ـ ٤٥ ·

٢ ـ المحرك ذو مكثف الحركة المفرد القيمة ، المزدوج الجهد · يختلف هذا المحرك ، وهو المبين بشكل ٢ ـ ٤٦ ، عن محرك مكثف البدء المزدوج الجهد فى عدم وجود مفتاح طرد مركزى به ، وتوجد به وحدتان من ملفات الحركة (أو وحدة ملفات حركة ذات قسمين) ووحدة ملفات بدء · وتوصل ملفات الحركة على التوالى فى حالة التشغيــل على الجهد المرتفع وعلى التوازى مع الجهد المنخفض ، وفى كل من الحالتين توصل ملفات البدء دائما مع طرفى وحدة من ملفات الحركة · وكما هى الحال فى المحرك ذى مكثف البدء يكون

قسما ملفات الحركة متشابهين ، ويمكن لفهما معا بسلكين منفصلين بطريقة اللف اليدوى .

٣ ـ المحرك ذو مكثف الحركة ، قابل لعكس اتجــاه الدوران ومفرد الجهد . يتولد فى هذا المحرك عزم دوران ابتدائى متوسط القيمة ، ويستعمل للتحكم فى الصمامات والمقاومات . وهو يحتوى على وحدتى ملفات رئيسية موضوعة وبين الواحدة منها والأخرى ٩٠ درجة كهربية . وهاتان الوحدتان متشابهتان ، وتستعمل واحدة منهما كملفات حركة والثانية كملفات بدء لأحد اتجاهى الدوران ، وفى اتجاه الدوران العكسى تستعمل ملفات الحركة السابقة كملفات بدء ، بينما تستعمل تلك التى كانت ملفات بدء كملفات حركة . ويمكن أن تشكل هذه الملفات بنفس طريقة ملفات المحــرك ذى مكثف البدء .

والأساس فى طريقة تشغيل هذا المحرك يتوقف علىحقيقة أن اتجاهدوران العضو الدائر يكون دائما من قطب فى ملفات البدء الى القطب الذى يجاوره فى ملفات الحركة والذى له نفس القطبية . وبتتبع الدائرة المبينة بشكل ٢ ـ ٤٧ نجد أنه عندما يكون المفتاح فى الوضع الأمامى يمر التيار عن طريق الملفات ب الى الطرف الثانى من الخط ، وفى نفس الوقت يمر التيار عن طريق آخر خلال المكثف والملفات أ راجعا الى الخط ، وبذلك تعمل الملفات أ كملفات بدء والملفات ب كملفات حركة منتجة دورانا فى أحد الاتجاهين .

وعندما يكون المفتاح فى الوضع المعكوس تصبح الملفات أ ملفات حركة ، و ب ملفات بدء وبذلك يدور المحرك فى الاتجاه العكسى .

٤ ـ المحرك ذو مكثف الحركة المفرد القيمة ، مفرد الجهــد ومزدوج السرعة . يختلف هذا المحرك عن محرك مكثف البدء المزدوج السرعة فى أننا لانحتاج الى تغيير عدد الأقطاب لكى نحصل على تغيير فى السرعة ، اذ نستفيد بدلا من ذلك من حقيقة أن سرعة دوران العضو الدائر لا يمكن أن تــكون بنفس قيمة سرعة دوران المجال المغناطيسى الذى يولده العضو الثابت . ويطلق على قيمة الفرق بين هاتين السرعتين لفــظ الانزلاق ، ويؤدى أى انخفاض فى قوة المجال المغناطيسى الى ارتفاع فى قيمة الانزلاق مما يتسبب عنه انخفاض فى سرعة العضو الدائر .

ولكى نحصل على انخفاض فى قيمة الجهد على ملفات الحركة ، توصل ملفات حركة مساعدة على التوالى مع ملفات الحركة الرئيسية . وتلف ملفات الحركة المساعدة فى نفس المجارى مع ملفات الحركة الرئيسية وتوضــع ملفات البدء على زاوية قدرها ٩٠ درجة كهربية من ملفات الحركة .

يظهر من الرسم المبين بشكل ٢ ـ ٤٨ انه عندما يكون مفتاح السرعة على الوضع منخفضا تكون ملفات الحركة المساعدة والرئيسية متصلة على التوالى معا على الخط ، وتبعا لذلك فان جهد الخط يصبح موزعا على الوحدتين ، وتكون ملفات الحركة الرئيسية متأثرة بجزء فقط من الجهد الكلى للخط ، ويؤدى انخفاض الجهد على ملفات الحركة الى التقليل من قوة المجـال المغناطيسى ، مما يتسبب عنه خفض فى قيمة السرعة • وتـكون ملفات البدء فى حالة التوصيل على السرعة المنخفضـة متصلة عـلى التـوالى مع المـكثف الى الخط •

وعندما يكون مفتاح السرعة على الوضع عاليا تـكون ملفات الحـركة الرئيسية متصلة مباشرة على الخط ، فى حين تكون الملفات المساعدة متصلة على التوالى مع ملفات البدء والمكثف ، وبذلك يكون الجهد الكامل موجودا على الملفات الرئيسية ، وتكون قوة المجال المغناطيسى أكبر مما مضى ، وهـذا يؤدى الى انخفاض فى قيمة الانزلاق وارتفاع فى سرعة دوران العضو الدائر • ويبين شكل ٢ ـ ٤٩ رسما لتوصيلات هذا المحرك •

ويمكن لف الملفات المساعدة بسلك مختلف فى مقاسـه عن السلك المستعمل فى لف ملفات الحركة الرئيسية ، ولكنهما يوضعان معا دائما فى نفس المجارى • وتتم عملية اللف بوضع الملفات الرئيسية فى المجارى أولا ، ثم تأتى بعدها الملفات المساعدة ، وأخـيرا ملفات البدء على زاوية قدرها ٩٠ درجة كهربية من الملفات الأخرى • ويجب عمـل العزل المناسب بين الملفات وبعضها •

لعكس اتجاه دوران هذا المحرك نعكس أطراف توصيل ملفات البدء • ويبين شكل ٢ ـ ٥٠ رسم الملفات لمحرك ذى مكثف حـركة مفرد القيمة ، وهو موصل للحصول على السرعة المرتفعة •

٥ ـ المحرك ذو مكثف الحركة المفرد الجهـد الثلاثى السرعة • هـذا المحرك يشبه المحرك السابق ، فيما عدا انه توجد نقطة تقسيم عند منتصف الملفات المساعدة ، كما هو مبين بشـكل ٢ ـ ٥١ ، وبذلك تصـبح عندنا وحدة من ملفات الحركة ووحـدة من الملفات المساعدة ذات قسمين ١ ، ٢ ثم وحدة من ملفات البدء •

ويبين الرسم التخطيطى بشكل ٢ ـ ٥١ أيضا كيف يتم توصيل الملفات للحصـول على ثلاث سرعات • وفى الوضع عالى السرعة تكون ملفـات الحركة متصلة على الخط ويكون القسـمان ١ ، ٢ من الملفـات المسـاعدة

ومعها دائرة ملفات البدء متصلة على التوالى مع الخط وفى الوضع متوسط السرعة تكون ملفات الحركة ونصف الملفات المساعدة (قسم ١) متصلة على التوالى مع الخط ، بينما يكون النصف الثانى من الملفات المساعدة (قسم ٢) متصلة على التوالى مع دائرة ملفات البدء على الخط ، وفى الوضع منخفض السرعة تكون ملفات الحركة متصلة على التوالى مع قسمى الملفات المساعدة على الخط ، كما تكون دائرة ملفات البدء واصلة على الخط ، وفى كل الأنواع الثلاثة للتوصيل يظل المكثف متصلا على التوالى مع ملفات البدء ٠

شكل ٢ ــ ٥٢ يبين رسما للملفات هذا المحرك ، وشكل ٢ ــ ٥٣ يبين عرضا مثاليا للاقطاب فى محرك من هذا النوع ٠

نوع من المحركات ذات مكثف الحركة مزدوج القيمة

يبدأ المحرك ذو مكثف الحركة المزدوج القيمة حركته بمكثف ذى سعة عالية متصل على التوالى مع ملفات البدء ، وهذا يؤدى الى توليد عزم دوران ابتدائى كبير ، وهو ما نحتاج اليه فى عملية تقليب الأفران والمكابس وهكذا ٠ وفى أثناء التشغيل تستبدل سعة المكثف بأخرى أقل قيمة بوساطة مفتاح القوة المركزية ، وتظل كل من ملفات الحركة وملفات البدء فى الدائرة طوال الوقت ٠

ويمكن الحصول على قيمتين للسعة باستعمال مكثفين متصلين على التوازى عند البدء ، وفصل احدهما عن الدائرة عند الرغبة فى التشغيل على قيمة أقل للسعة ، أو يمكن استعمال محول مع مكثف واحد حتى نستطيع رفع قيمة السعة الفعلية للمكثف عند البدء ٠

استخدام وحدة مكثف محول ٠ تستخدم بعض المحركات محولا ذاتيا مع مكثف واحد لاعطاء السعة العالية اللازمة عند البدء ، وذلك بدلا من استخدام مكثفين ٠ ويرفع المحول قيمة الجهد الموصل على المكثف ، ثم يحول مفتاح الطرد المركزى توصيل الدائرة بحيث تنخفض قيمة الجهد أثناء التشغيل ٠ ويمكن وضع الجهد المرتفع على المكثف لمدة ثوان قليلة فقط ، والا فانه سوف يسبب تلفا فى عازل المكثف مما ينتج عنه حدوث دائرة قصر ٠

يتكون المحول الذاتى من قلب من رقائق الحديد ملفوف عليه ملف من سلك النحاس به نقط تقسيم عديدة كما هو مبين بشكل ٢ ــ ٥٤ ، ويوصل

المكثف عادة بالنقطتين أ ، د وهما طرفا ملف المحول ، كما يظهر بشكل ٢ ـ ٥٥ . فاذا كانت ب هى نقطة التقسيم المتوسطة ، ووصل الخط بين نقطتى التقسيم أ ، ب يكون ضعف قيمة جهد الخط موصلة على المكثف .

عندما يكون ضعف القيمة العادية للجهد تقريبا موصلة على المكثف ، تزداد قيمة السعة الفعلية كمربع نسبة تحويل الجهد وهى ٢ : ١ . وعلى ذلك فان السعة الفعلية سوف تزداد الى ٢ × ٢ أو أربع مرات . فاذا كانت قيمة سعة المكثف ٤ م. ف. ، فسوف تصبح السعة الفعلية بعد اضافة المحول الى الدائرة ٤ × ٤ أو ١٦ م. ف.

واذا كانت نقطة التقسيم ب تقع عند ربع عدد اللفات بين النقطة أ والنقطة د ، فسوف تصبح نسبة جهد المكثف الى جهد الخط ٤ الى ١ ، وعلى ذلك فسوف تصبح السعة الفعلية ست عشرة مرة مثل السعة العادية وهى ٤ م. ف. أو ٤ × ١٦ = ٦٤ م. ف.

اذا استعملت نقطة التقسيم فى المحول التى تجعل نسبة جهد المكثف الى جهد الخط ٤ : ١ : فان مكثفا ذا سعة قدرها ٦ م . ف . سوف يعطى سعة فعلية قدرها ٩٦ م. ف. ، وهى قد تكفى لتوليد عزم دوران ابتدائى مرتفع . وتتغير نسبة تحويل الجهد بفعل مفتاح الطرد المركزى الذى يتحرك الى نقطة تقسيم أخرى ، وذلك عندما تصل السرعة الى ٧٥ فى المائة تقريبا من السرعة الكاملة ، فيشتغل المحرك بالسعة العادية للمكثف. ويبين شكل ٢ ـ ٥٦ دائرة التوصيل .

تستخدم فى العادة مكثفات معزولة بالزيت ذات سعة تبلغ ٤ الى ١٦ م. ف. على وجه التقريب فى هذا النوع من المحركات . ويكون المكثف والمحول مغلقين معا فى صندوق مستطيل من الحديد يوضع بأعلى المحرك ، وشكل ٢ ـ ٥٧ يوضح رسم توصيلات العضو الثابت لهذا المحرك

ومحركات مكثف الحركة المزدوج القيمة الآتية يستخدم فيها كلها كلا النوعين السابقين من المكثفات المزدوجة القيمة والمكثفات ذات المحولات .

١ ـ مفرد الجهد ، غير قابل لعكس اتجاه الدوران .
٢ ـ مفرد الجهد ، قابل لعكس اتجاه الدوران .
٣ ـ مزدوج الجهد ، غير قابل لعكس اتجاه الدوران .
٤ ـ مزدوج الجهد ، قابل لعكس اتجاه الدوران .
٥ ـ مزدوج الجهد ، بمقاومة متغيرة .

١ ـ محرك مكثف الحركة المفرد الجهد وغير قابل لعكس اتجاه الدوران • يحتوى هذا المحرك على نوعين من الملفات ، ملفات الحركة وملفات البدء وهما موضوعان على زاوية قدرها ٩٠ درجة كهربية من بعضهما ، ويركب المكثفان بأعلى المحرك • وأحدهما ، وهو ذو السعة العالية ، من النوع ذى السائل الكهربى ، والثانى ذو السعة المنخفضة من النوع المعزول بالورق • ويوصل المكثفان مع بعضهما عند البدء على التوازى ثم يوصلان معا على التوالى مع ملفات البدء ، كما هو مبين بشكل ٢ ـ ٥٨ • وعندما يصل المحرك الى ما يقرب من ٧٥ فى المائة من سرعته الكاملة ينفصل المكثف ذو السائل الكهربى من الدائرة بوساطة مفتاح الطرد المركزى ، تاركا المكثف الورقى وحده فى الدائرة • وتوصل ملفات الحركة على التوازى مع الخط •

٢ ـ محرك مكثف الحركة المفرد الجهد والقابل لعكس اتجاه الدوران• هذا المحرك يشبه المحرك الموصوف توا بعاليه ، فيما عدا أنه يستخدم وحدة مكثف محول • وتمتد أربعة أسلاك الى خارج المحرك لتجعل فى الامكان عكس اتجاه دورانه خارجيا ، واثنان من هذه الأطراف تجىء من دائرة ملفات الحركة ، واثنان من دائرة ملفات البدء • ولعكس اتجاه دوران المحرك يكون من اللازم تبديل الطرفين $ت_٢$ ، $ت_٥$ ، كما هو مبين بشكل ٢ ـ ٥٩ •

٣ ـ محرك مكثف الحركة المزدوج الجهد وغير القابل لعكس اتجاه الدوران • وهو يشبه محرك مكثف البدء المزدوج الجهد ، فيما عدا أنه يستعمل مكثفين عند البدء • وتوجد به وحدتان من ملفات الحركة ووحدة من ماقات للبدء ، وتوصل ملفات البدء دائما على التوازى مع وحدة من الملفات الرئيسية • وشكل ٢ ـ ٦٠ يبين توصيلات ملفات هذا المحرك على جهد قدره ١١٠ فولت ، فى حين يبين شكل ٢ ـ ١٦ التشغيل مع ٢٢٠ فولت • وعند البدء يوصل المكثفان على التوازى معا ، ثم بالتوالى مع ملفات البدء ، ويوصل المكثف ذو السائل الكهربى على التوالى مع مفتاح الطرد المركزى ، وعندما يصل المحرك الى ما يقرب من ٧٥ فى المائة من سرعته الكاملة ينفتح مفتاح الطرد المركزى ويفصل هذا المكثف عن الدائرة ، ويبقى المكثف الورقى فى الدائرة كما تبقى ملفات البدء • ولكى يصبح فى الامكان عكس اتجاه الدوران خارجيا يجب أخذ طرفى ملفات البدء الى الخارج كما هو مبين بشكل ٢ ـ ٦٢ •

ويستعمل فى بعض أنواع المحركات المزدوجة القيمة مكثفان مصنوعان بحيث يمكن لأحدهما أن يوضع بداخل الآخر ، فيصنع مكثف السائل الكهربى على شكل أسطوانة جوفاء ، بينما يصنع مكثف الحركة على شكل أسطوانة يمكن أن توضع بداخل مكثف السائل الكهربى كما هو مبين بشكل ٢ ــ ٦٣ أ ، ثم تغلق الوحدتان فى وعاء واحد . وشكل ٢ ــ ٦٣ ب يوضح رسما لمحرك به مكثف ذو وحدة مزدوجة موضوع بأعلى المحرك .

٤ ــ المحرك ذو مكثف الحركة ، المزدوج الجهد وبه مكثف محول . وهو يحتوى على ملفات تشبه تلك التى بالمحرك السابق عليه ، ويختلف عنه فقط فى نوع وحدة المكثف المستعملة . عند البدء يعمل مفتاح الطرد المركزى ذو التلامس المزدوج على رفع الجهد على المكثف ، مما يؤدى الى رفع سعته الفعلية . وعندما يصل المحرك الى السرعة المناسبة يحول مفتاح الطرد المركزى نقطتى التلامس على وضع التشغيل ، فيصبح الجهد على المكثف عاديا ، وتبقى وحدة مكثف المحول فى الدائرة . شكل ٢ ــ ٦٤ يبين رسما لهذا المحرك . ويمكن عكس اتجاه دوران المحرك بتبديل توصيل طرفى ملفات البدء .

٥ ــ محرك مكثف الحركة المزدوج الجهد ذو المنظم الحرارى . توصل وحدة الحماية ضد تعدى الحمل على التوالى مع الخط فى أى محرك من هذا النوع كما هو مبين بشكل ٢ ــ ٦٥ .

تختلف طريقة اعادة اللف فى المحرك المزدوج الجهد قليلا عنها فى المحرك المفرد الجهد وذلك لوجود ملفات حركة اضافية . وتلف أولا ملفات حركة كاملة بالطريقة المتبعة ، ثم تلف ملفات حركة أخرى كاملة فوق الأولى بنفس عدد اللفات ونفس مقاس السلك وفى نفس المجارى . وبذلك يصبح موضوعا فى نفس المجارى وحدتان كاملتان ومتشابهتان من الملفات كل على حدة ، وهما معزولتان عن بعضهما لمنع حدوث قصر بينهما . وهناك طريقة أخرى ، توضع فيها وحدتا الملفات فى المجارى فى نفس الوقت ، ويمكن عمل ذلك بلف سلكين معا فى نفس الوقت ، كل سلك منهما يمثل وحدة ملفات حركة .

توضع ملفات البدء فى المجارى على زاوية قدرها ٩٠ درجة كهربية من ملفات الحركة ، وتوصل على التوالى مع المكثف ومفتاح الطرد المركزى ، ثم توصل المجموعة كلها على التوازى مع أحد ملفات الحركة .

تحديد الخلل وإصلاحه

الاختبـــار

يعتبر حدوث تلف بالمكثفات من المتاعب التى تتكرر فى المحركات ذات المكثفات ، فقد يحدث بها دوائر قصر ، أو فتح ، أو تبلى ، مما ينتج عنـــه تغيير فى ســـعتها • واذا حدثت بالمكثفات دائرة قصر فقـــد تحترق ملفات المحرك ، كمـا أنه اذا حدث فتح فى الدائرة عن طريق المكثف أو اذا تغيرت سعته ، فقد ينتج عن ذلك أن يبـــدأ المحرك حركته بصـــورة غير مرضـــية أو لا يشتغل بالطريقة المضبوطة •

وبينما يستعمل كل من المكثفات الورقية والمكثفات ذات السائل الكهربى فى المحركات ذات المكثفات ، فان المكثفات ذات السائل الكهربى أكثر النوعين شيوعا فى الاستعمال • ويكون اختبار كلا النوعين بنفس الطريقة فى مكانه • وفيما يلى فكرة عامة عن طريقة الاختبار • نبـدأ أولا برفع جميـــع الأسلاك الموصلة الى نهايات المكثف قبل عمل الاختبار ، ثم يوصل المكثف على التوالى مع مصهر ١٠ أمبير عبر خط جهده ١١٠ فولت وتردده ٦٠ ذبذبه ، كما هـــو مبين بشكل ٢ ــ ٦٦ • فاذا احترق سلك المصهر يكون المكثف مقصور الدائرة ويجب استبداله بوحدة جـــديدة • واذا لم يحترق سلك المصهر فان المكثف سوف يشحن فى ثوان معدودة ، يرفع بعدها طرفا الخط من نهايتى المكثف ، اللتين لا يجب لمسهما بعد عملية الشحن ، والا نتج ضرر كبير •

بعـــد ابعاد طرفى الخط عن نهايتى المكثف ، تعمل عليهما دائرة قصر بوساطة مفك قلاووظ ، مع العناية بامساكه أثناء ذلك من الجزء الخشـــبى فقط • ويبين شكل ٢ ــ ٦٧ هـــذه الطريقة • ويجب ظهور شرارة فاذا لم يتمكن المكثف من عمل شرارة ، يحتمل حدوث انخفاض كبـــير فى سعته أو قد يكون مفتوحا • ويجب عمل هذا الاختبار عدة مرات للتأكد من أن المكثف قد تم شحنه فعلا من شبكة التغذية للتيار المتردد •

وظهور شرارة عند عمل دائرة قصر على المكثف لا يعنى دائما أنه فى حالة جيدة ، وذلك لأن المكثف الذى انخفضت سعته قد يعطى أيضا شرارة صغيرة • وهذا صحيح على الأخص بالنسبة لمكثف السائل الكهربى ، وهو عرضة لأن يبلى وتنخفض سعته بسبب احتوائه على مواد كيموية •

اذا انتابنا الشك بعد اجراء هـــذه الاختبارات البسيطة على المكثف فى مكانه أنه معطوب ، فمن الحكمة أن نســـتبدله بغيره • ويحمل المشرف على

تشغيل المحرك مكثفات اضــافية معه عادة لهذا الغرض · فاذا حـدث بعد تغيير المكثف أن المحرك بدأ دورانه على ما يرام وأعطى عزم الدوران المضبوط، يمكن الاستنتاج أن المكثف كان تالفا ·

ويمـكن استخدام نفس الطريقة فى محل التصليح · وعلى العموم اذا كانت هناك رغبة فى معرفة العيب ، يمكن اجراء أربع تجارب ، نستطيع أن نعرف بها مدى صلاحية المكثف وهذه التجارب الأربع للتحرى عن السعة ، دوائر القصر ، الفتح فى المكثف ، ونقط التماس مع الأرض ·

اختبـار السـعة

لمعرفة قوة مكثف بالميكروفاراد يلزم استخدام فولتمتر تيار متردد وأمبير متر تيار متردد · اذا كان المكثف راكبا على المحرك ، فك كل الأسـلاك من النهايات قبل عمل الاختبار · صل المكثف الى خط متردد الجهد ١١٠ فولت ٦٠ ذبذبة فى الثانية مع وضع مصهر مناسب فى الدائرة ، وصل أمبير متر بالتوالى مع المكثف وفولتمتر عبره كمـا هـو مبين بشكل ٢ ــ ٦٨ · وفى الاختبارات الآتية يجب الاحتفاظ بمكثف السـائل الكهربى لفترة قصـيرة فقط فى الدائرة ·

يمكن حساب سعة المكثف بالميكروفاراد باستخدام قراءتى جهاز القياس من المعادلة الآتية :

$$\text{السعة بالميكروفاراد} = ٢٦٥٠ \times \frac{\text{التيار بالأمبير}}{\text{الجهد بالفولت}}$$

وتسـتعمل هـذه المعادلة عندما تكون ذبذبة التيار المسـتعمل فى الاختبار ٦٠ · ويجب أن تكون السعة المحسوبة بالمعادلة تساوى على وجـه التقريب السـعة المقررة للمكثف ، فاذا كانت أقل بمـا يزيد على ٢٠٪ يجب استبدال المكثف ·

اختبـار الفتحات

يمكن اجراء هذا الاختبار باستعمال نفس الطريقة السابقة · فاذا لم يسـجل الأمبير متر قراءة ما دل هـذا على وجـود فتح فى المكثف ويجب استبداله بغيره ·

اختبـار القصر

اذا احترق مصهر أثناء اجراء التجربة السابقة دل هـذا على أن المكثف مقصور · وعلى العموم يمـكن اسـتعمال مصـباح اختبار على التوالى مـع

خط تيار مستمر ١١٠ فولت لعمل اختبارات القصر ، ويوصل المكثف مع طرفى دائرة الاختبار كما هو مبين بشكل ٢ ــ ٦٩ ، فاذا أضاء المصباح دل هذا على وجود قصر . ولا يصح استعمال تيار متردد فى هذا الاختبار ، حيث ان المصباح سوف يضىء حتى ولو كان المكثف فى حالة جيدة .

اختبار التماس مع الأرض

يمكن اختبار مكثف للتحرى عن نقط تماس مع الأرض باستخدام مصباح اختبار مع تيار متردد أو تيار مستمر . ويوضع احد طرفى دائرة الاختبار على احدى نهايتى المكثف ، فى حين يوضع الطرف الآخر لدائرة الاختبار على وعاء الألومنيوم ، كما هو مبين بشكل ٢ ــ ٧٠ ، فاذا أضاء المصباح دل هذا على وجود تماس أرضى . فاذا لم يضىء المصباح فانه يجب اعادة هذا الاختبار باستعمال النهاية الأخرى للمكثف .

وظهور أى عيب ، ولو كان بسيطا ، أثناء هذه الاختبارات كلها ، يستلزم تغيير المكثف ، والا فان تشغيل المحرك لن يكون على ما يرام .

اختبار الملفات

اذا تم استبدال المكثف بغيره وظل المحرك لا يدور ، أو يدور بطريقة غير مرضية ، أصبح من اللازم اختبار ملفات المحرك . وملفات المحرك ذى المكثف تشبه من جميع النواحى تقريبا ملفات المحرك ذى الوجه المشطور ، وعلى ذلك يمكن اجراء نفس التجارب عليها . وتشمل الاختبارات تلك التى للتماس الأرضى ، ودوائر القصر ، والفتحات ، وعكس التوصيل ، وتعمل عادة فى محل التصليح أكثر مما تعمل فى مكان التشغيل . ارجع الى الجزء الخاص بطريقة اختبار الملفات فى باب المحرك ذى الوجه المشطور .

التصليحات

ان أحسن قاعدة يمكن اتباعها فى اختبار محرك مكثف البدء والمحرك ذى المكثفين المزدوج القيمة هى استبدال المكثف ثم محاولة تشغيل المحرك . حاول عمل هذا الاختبار دائما اذا أثبت الفحص أنه لا توجد عيوب أخرى . اذا عجز محرك مكثف البدء عن الدوران ، فان الخلل قد يرجع الى تلف المكثف أو احتراق المصهر . قد يكون سبب الخلل ، بالاضافة الى ذلك ، ملفات مفتوحة ، أو مفتاح الطرد المركزى ، أو ملفات مقصورة ، أو كراسى متآكلة أو تعدى الحمل . وحيث ان هذه الأنواع من الخلل وعلاجها توجد

أيضـا مع محرك الوجـه المشطور ، فقـد تمت مناقشـتها بالتفصـيل فى الباب الأول ٠

اذا أصـــدر المحرك طنينا ، ثم انفجر المصهر بعد توصيل التيار بفترة قصيرة يجب الشك فى وجود مكثف تالف ، وهذا التلف قد يكون قصورا ، أو فتحا ، أو فقدا فى السعة ٠ وفى أى حال سوف تكون دائرة ملفات الحركة عاطلة ، وبذلك يمتنع المحرك عن الدوران ٠ للتأكد من أن المكثف هو سبب العطل ، استبدله بغيره له نفس المعدل ، كما هو مبين بشكل ٢ ــ ٧١ ، فاذا بدأ المحرك دورانه بعزم الدوران المضـــبوط ، فلا داعى للبحث بعـد ذلك عن أعطال ٠

اذا لم يكن هناك مكثف آخر لاجراء عملية الاستبدال ، يدار العضـو الدائر بوسيلة ميكانيكية ، ثم يقفل المفتاح على وضـع التشغيل ، فاذا استمر المحرك دائرا ، يكون الخلل فى دائرة ملفات البدء ، وهى تشمل المكثف ٠

وهذا لا يؤكد بصورة قاطعة وجود عيب بالمكثف ، ولكنه دلالة لها قيمتها على وجود مثل هذا الخلل ٠

المحرك ذو مكثف

وكما هى الحال بالنسـبة للمحرك ذى الوجـه المشطور ، يمكن ارجاع أسباب الخلل فى المحرك ذى المكثف الى وجـــود عيب فى دائرة ملفات البدء أو فى مفتاح الطرد المركزى ٠ وقد تم اعطاء معلومات مفصلة عن هذه العيوب فى الباب الأول ٠

المحرك ذو مكثف الحركة المزدوج القيمة

فى المحرك ذى المكثفين ، يمكن أن يتلف مكثف السائل الكهربى ويمنع المحرك من البـــدء ٠ فاذا دار المحرك بصـــورة مرضية ، بعد ادارته مبدئيا بطريقة ميـكانيكية ، يجب استبدال مكثف البدء بوحـــدة أخرى جديدة ، والتحرى عما اذا كان المحرك يعطى عزم دوران ابتدائى مضبوط ٠ واذا لم يدر المحرك بصورة مرضية بعد ادارته مبدئيا بطريقة ميـــكانيكية ، يجب استبدال مكثف الحركة أيضا ٠

وفى النوع من المحركات التى يســتعمل فيها مكثفان فى وعاء واحد ، يكون مكثف السائل الكهربى هـو الذى يصـبح تالفا فى العادة ٠ ومكثف السائل الكهربى هو الجزء الخارجى فى الوحدة المزدوجة ، فاذا أصيب بتلف يجب تغيير الوحدة بأكملها ، أو نظرا لأن ذلك يعنى نفقات باهظة ، يجب

مراعاة للاقتصاد وضع مكثف ذى سائل كهربى آخر على المحرك مكان المكثف القديم ٠

وتتبع طريقة أخرى للتصليح وذلك بازالة الوحدة ، ووضع مكثف ذى سائل كهربى عوضا عنها ، تكون سعته مساوية على وجه التقريب لسعة الوحدة المزدوجة ٠ وهذا يحول المحرك من النوع ذى مكثف الحركة المزدوج القيمة الى نوع مكثف البدء ، وهذا التغيير يؤدى الى انخفاض طفيف فى جودة المحرك ، ولكن ليس الى الدرجة التى تؤثر على تشغيله ٠

اذا كان مكثف الحركة فى محرك ذى مكثفين تالفا ، فان طريقة اصلاحه تتلخص ببساطة فى فصل مكثف الحركة من الدائرة ، كما هو مبين بشكل ٢ ــ ٧٢ ٠ ويشتغل المحرك بعد ذلك كمحرك مكثف بدء مع انخفاض طفيف فى الجودة ، مع الافتراض بأن باقى أجزاء المحرك فى حالة جيدة ٠

المحرك ذو مكثف ــ محول مزدوج القيمة

عندما يعجز هذا المحرك عن الدوران يكون الخلل عادة بسبب تلف وحدة المكثف ــ محول ٠ ويحتمل أن يصاب المكثف او المحول بانهيار ، مما ينتج عنه انخفاض كبير فى عزم الدوران الابتدائى ، هــــذا اذا دار المحرك اصلا ٠ وعملية اصلاح المحول تستغرق وقتا طويلا ولا ننصح بها ، وخير من ذلك أن يستبدل المحول بمكثف ذى سائل كهربى كما هو موضح بشكلى ٢ ــ ٧٣ ، ٢ ــ ٧٤ ٠ وبذلك يصبح لدينا محرك ذو مكثفين ، مزدوج القيمة ، اذا كان المكثف الورقى فى حالة جيدة ٠ وهنــاك طريقة أخرى للتصليح بأن يرفع كل من المحول والمكثف من الوعاء الحديدى ويوضع بدلهما مكثف ذو سائل كهربى تكون سعته مساوية للسعة الفعلية للوحدة ٠ وبهذا ينتج محرك ذو مكثف بدء له عزم الدوران الابتدائى المطلوب ٠ وســوف تكون جودته اقل قليلا ، كما أنه لن يدور بنفس اليسر ٠ وقد يكون من العســير تقدير قيمة السعة ، ولذلك يضطر الكهربى الى عمل الاستبدال بمكثف من المكثفات التى تستخدم عادة فى المحركات التى لها نفس القدرة ٠ ويراقب المحرك بعناية تامة عنــد تشغيله بالمكثف الجديد ، لمعرفة ما اذا كان عزم الدوران الابتدائى وتيار البدء فى حدودهما المطلوبة ٠

بعض المحال عندها مجموعة تدريجية حيث يمكن ادخال مكثفات مختلفة السعة فى الدائرة ، ويوصل امبير متر على التوالى مع الخط حتى يمــكن قياس التيار المار ، ويكون مقدار السعة التى تعطى أكبر عزم دوران مع اقل تيار يمر هى عموما التى يجب استخدامها ، ويكون هذا الاختبار بالمجموعة

التدريجية ذا قيمة خاصة عندما يؤتى بمحرك ذى مكثف بدء الى المحل لاصلاحه دون أن يكون به المكثف ·

والأعطال الأخرى التى تصاب بها المحركات المزدوجة القيمة تشبه تلك التى تصاب بها محركات الوجه المشطور · وفيما يلى كشف ، يمكن الرجوع اليه ، عن أنواع الخلل المختلفه ، والدلائل التى تبينها · وعلاج هذه الأنواع من الخلل موجود بالباب الأول ، وبهذا الباب ·

١ ــ اذا كان عزم الدوران الابتدائى للمحرك منخفضا ، أو كان المحرك يبدأ دورانه بصعوبة ، فقد يرجع العطل الى أحد الأسباب الآتية :

(أ) تلف المكثف ·
(ب) تآكل الكراسى ·
(جـ) قصــور فى الملفات ·
(د) تفكك قضبان العضو الدائر ·
(هـ) خطأ فى التوصيلات ·

٢ ــ اذا احترق المصهر عند توصيل التيار للمحرك ، ابحث عن :

(أ) ملفات مقصــورة ·
(ب) مكثف مقصــور ·
(جـ) ملفــات مفتــوحة ·
(د) ملفات متماسة مع الأرض ·
(هـ) تعــدى الحمل ·
(و) كراسى متآكلة الى درجة سيئة ·
(ز) عيوب بمفتاح الطرد المركزى ·

٣ ــ عندما يطن المحرك ولا يدور ، تشكك فى :

(أ) تلف بالمكثف ·
(ب) فتح فى ملفات البدء أو ملفات الحركة ·
(جـ) تعدى الحمل ·

٤ ــ تصاعد الدخان من المحرك أثناء دورانه قد يرجع الى :

(أ) ملفــات مقصــورة ·
(ب) عيب فى مفتاح الطرد المركزى يمنعه من فتح دائرة ملفات البدء ·
(جـ) خلل بالكراسى ·
(د) تعدى الحمل ·
(هـ) عطل بالمحول الذاتى ·

الباب الثالث

المحركات التنافرية النوع

يمكن تقسيم المحركات التنافرية عموما الى ثلاثة أنواع مختلفة . وهذه هي :

١ ـ المحركات التنافرية البدء ، التأثيرية الحركة .
٢ ـ المحركات التنافرية .
٣ ـ المحركات التنافرية التأثيرية .
وفيما يلي وصف تفصيلي لكل منها .

ويخلط المبتدىء في الغالب بين هذه الأنواع الثلاثة بسبب تشابه أسمائها . ولكن كلا منها مختلف عن الآخر ، وله خواصه المميزة واستعمالاته الخاصة . وعلى كل حال فانها تشترك جميعها في خاصية واحدة ، وهي أن لها عضوا دائرا يحتوي على ملفات متصلة بعضو توحيد (او موحد) . وشكل ٣ ـ ١ يبين محركا تنافريا ـ تأثيريا . وتتغذى هذه المحركات عادة من دائرة اضاءة أو دائرة قدرة ذات وجه واحد ، على حسب حجم المحرك .

التكوين

تتكون جميع المحركات التنافرية من الأجزاء الآتية :

١ ـ عضو ثابت يحتوي على وحدة ملفات تشبه الملفات الرئيسية أو ملفات الحركة في محرك الوجه المشطور . ويحتوي العضو الثابت في بعض المحركات القديمة الصنع على وحدتي ملفات ، سوف نشرح الغرض منها فيما بعد . ويبين شكل ٣ ـ ٢ عضوا ثابتا لمحرك تنافري ـ تأثيري .

٢ ـ عضو دائر وهو عبارة عن قلب حديدي به مجار تحتوي على ملفات متصلة بعضو التوحيد . ويشبه العضو الدائر في تكوينه عضو الاستنتاج (المنتج) في محرك التيار المستمر ، ولذلك سوف يذكر باسم المنتج أو عضو الاستنتاج . وتكون المجاري عموما مائلة لكي تعطي نفس عزم الدوران

الابتدائي بصرف النظر عن موضع المنتج ، ولكي تقلل من الطنين المغناطيسي . ويبين شكل ٣ ــ ٣ منتجا لمحرك تنافرى ــ تأثيرى .

يمكن أن يكون الموحد أحد نوعين : موحد محورى بقضبان موازية للعمود ، أو موحد قطرى بقضبان عمودية على العمود .

٣ ــ غطاءان جانبيان يحملان الكرسيين اللذين يجب أن يدور بينهما محور العضو المنتج .

٤ ــ فرش مصنوعة من الكربون مركبة في حوامل الفرش . وترتكز الفرش على الموحد ، وتستعمل لنقل التيار الى ملفات المنتج .

٥ ــ حوامل الفرش ، وهي تركب اما على الغطاء الجانبي الأمامي أو على محور المنتج ، ويتوقف هذا على نوع المحرك .

المحرك التنافرى ــ البدء ، التأثيرى ــ الحركة

وهو محرك ذو وجه يتراوح في الحجم بين ½ من الحصان الى ٢٠ حصانا على وجه التقريب ، وله عزم دوران ابتدائي مرتفع ومن خواصه أن سرعته ثابتة ، ويستعمل في أجهزة التكييف التجارية ، وفي المكابس والمضخات ، وغيرها من الاستعمالات التي تحتاج الى عزم دوران ابتدائي مرتفع .

ويوجد نوعان مختلفان في التصميم في المحركات التنافرية البدء ، التأثيرية ــ الحركة . أحدهما ، وهو المعروف بالنوع ذي الفرش المرفوعة ، ترفع فيه الفرش بعيدا عن الموحد عندما يصل المحرك الى ٧٥ في المائة تقريبا من السرعة الكاملة . وموحد هذا النوع يكون عموما من النوع القطرى (شكل ٣ ــ ٤) . والنوع الثاني ويسمى بذي الفرش الراكبة ، ترتكز فيه الفرش على الموحد طوال الوقت ، كما هو مبين بشكل ٣ ــ ٣ .

وتستعمل طريقة الفرش الراكبة في المحركات الصغيرة فقط تقريبا ، في حين تستعمل طريقة الفرش المرفوعة في كل من المحركات الصغيرة والكبيرة . وبالنسبة لأسس التشغيل الأخرى في كل منهما ، يتشابه هذان النوعان من المحركات .

طريقة تشغيل المحرك التنافرى ــ البدء ، التأثيرى ــ الحركة ، المرفوع الفرش

للحصول على عزم دوران ابتدائي مرتفع ومعقول في المحرك التنافرى ، توضع ملفات على المنتج . وعند تغذية العضو الثابت بتيار من الخط ،

يتولد فيض مغناطيسى ينتج تيارا بالتأثير فى ملفــات عضـــو الاستنتاج . ويكون للأقطاب التى تتولد على العضـــو الثابت وعلى المنتج نفس القطبية ، مما يؤدى الى حدوث عزم دوران تنافرى ، وهـــو الذى يســـتمد المحرك تسميته منه .

بعد أن يصل المحرك الى ما يقرب من ٧٥ فى المائة من سرعته الكاملة تحدث دائرة قصر على قضبان الموحد المتصلة بملفات المنتج بوساطة جهــاز يعمل بطريقة الطرد المركزى ، وبذلك يعمل المنتج كعضو دائر ذى قفص سنجابى ، ويستمر المحرك فى دورانه كمحرك تأثيرى ، تماما كما يفعل محرك الوجه المشطور (انظر الباب الأول) .

جهاز القصر المركزى ـ الطردى (جهاز الطرد المركزى)

يتكون جهاز الطرد المركزى من بضعة أجزاء موضوعة فى المنتج ، وهى موضحة بشكل ٣ ـ ٥ وتتكون من :

١ ـ الأوزان الضابطة .
٢ ـ عقد القصر .
٣ ـ الحلقة اللولبية .
٤ ـ اللولب .
٥ ـ القضبان الدافعة .
٦ ـ حوامل الفرش والفرش .
٧ ـ ورد التثبيت .

وهذه الأجزاء تظهر وهى مجمعة فى شـكل ٣ ـ ٦ وهـو يبين عضـوا دائرا كاملا مفصل الشكل .

وعندما يصل المنتج الى ٧٥ فى المائة تقريبا من السرعة الكاملة تنقذف الأوزان الضـابطة الى الخارج فتتحرك القضـبان الدافعة الى الامام وتدفع الى الأمام بدورها الحلقة اللولبية التى تعمل على أن يتماس عقـد القصر مع قضبان الموحد ويقصرها . وفى نفس الوقت تتحرك حوامل الفرش والفرش بعيدا عن الموحد لكى توفر التآكل الذى لا لزوم له فى الفرش والموحد ، وتمنع أى ضجة غير مرغوب فيها قد تصدر من الفرش .

عند تجميع جهاز الطرد المركزى يجب وضع كل جزء فى مكانه المضبوط . ويبين شكل ٣ ـ ٦ الأجزاء بالترتيب الذى يجب أن توضـع به فى أمكنتها . لاحظ أن حامل الفرش من الأجزاء التى تجمع مع المنتج .

يمكن أن تستعمل بعض المصـانع أجزاء تختلف عن الأجزاء الموضحة ، ولكنها أساسا تماثلها وتأخذ الأوضـاع المناظرة فى المنتج . وبعد أن يتم تجميع الجهاز يجب أن تكون حوامل الفرش على مسـافة قدرها ٠٫٠٣٠ من البوصة من الموحد تقريبا ، وتختلف هـذه المسافة على حسب حجم المحرك وطريقة صنعه .

فى كثــير من المحركات التنافرية ـ البدء ، التأثيرية ـ الحركة يكون تركيب الفرش على الغطاء الجانبى عند التجميع بدلا من على المنتج ، ولكــن طريقة التشغيل فى هذا المحرك تشبه من جميـــع النواحى طريقة تشغيل المحرك الآخـــر ، وبدلا من حركة حوامل الفرش الى الامـام تتحرك اللوالب الضاغطة على الفرش بعيدا عنها ، وهـــذا يكافىء تحريك لفرش بعيـدا عن الموحد . وكما سبق ذكره ، يشتغل جهاز الطرد المركزى بوساطة ضابط ، هو الذى يحرك القضبان الدافعة الى الأمام ويجعل العقد يعمل دائرة قصر على الموحد .

وبدلا من ورد التثبيت ، فقد يستعمل عمود مقلوظ وصـامولة لحفظ جهاز الطرد المركزى فى مكانه ، وعند حل هـذا الجهاز ، لابد من عد أسنان القلاووظ قبل رفع الصامولة ، حتى يمكن ، عند اعادة تجميع الجهاز ، من عمل الضغط المضبوط على اللولب الضـابط . ويبين شكل ٣ ـ ٧ الترتيب الذى يتم به تجميع هذه الأجزاء .

المحرك التنافرى ـ البدء ، التأثيرى ـ الحركة ، ذو الفرش الراكبة

يستعمل فى هذا المحرك موحد محورى تركب عليـــه الفرش ، ويبين شكل ٣ ـ ٨ مثل هذا الموحد .

يتكون جهاز الطرد المركزى المستعمل عموما فى هذا المحرك من عدد من قطع النحاس ممســـكة فى وضـعها بلولب دائرى رابط كما هـــو مبين بشكل ٣ ـ ٩ ، وتوضع المجموعة فى مكان مقارب للموحد ، وذلك حتى يمكن، عند سرعة معينة ، أن تتسبب القوة المركزية الطاردة من جعل قطع النحاس تعمل دائرة قصر على قضبان الموحـــد . وتعود القطع النحاسية الى وضعها الأصلى بوساطة اللولب الرابط عنـدما يتوقف المحرك عن الدوران . ويدور المحرك بطريقة المحرك التأثيرى عندما يكون الموحد مقصورا . وهناك أنواع كثيرة من أجهزة القصر تستخدم مع هذا المحرك ، ولكن طريقة عملها أساسا واحدة فيها كلها .

فى نوع المحركات التنافرية ـ البدء ، التأثيرية ـ الحركة ذات الفرش الراكبة ، لا يمر أى تيار فى الفرش بعد أن يصل المحرك الى سرعته ، على الرغم من أنها تركب على الموحد .

يتوقف عدد الفرش الراكبة على الموحـــد عادة على عـدد الأقطاب فى الموحد ، فيحتوى محرك ذو أربعة أقطاب على أربع فرش (شكل ٣ ـ ١٠) .

وتكفى فرشتان اذا كان المنتج ملفوفا لفا تموجيا ، أو به توصيلات متقاطعة ، كما سيأتى شرحه فيما بعد فى هذا الباب شكل ٣ ـ ١١ ٠

ملفات العضو الثابت والتوصيلات

يحتوى العضو الثابت للمحرك التنافرى ـ البدء ، التأثيرى ـ الحركة على وحدة من الملفات تشبه ملفات الحركة فى محرك الوجه المشطور والمحرك ذى المكثف ٠ وللملفات كل قطب محور واحد وهى توضع فى المجارى بنفس الطريقة التى تتبع فى حالة محركات الوجه المشطور ٠ ولما كان اللف بالحزمة غير عملى بسبب تعدد اللفات وكبر مقاس السلك المستعمل ، فان طريقتى اللف باليد وعلى الضبعة هما اللتان تستعملان عموما ٠ ويوضع فى المجارى عازل بمقاس وسمك مناسبين لكى يمنع التماس الأرضى ٠

الجهد المزدوج

تصنع معظم المحركات التنافرية ـ البدء للتشغيل على ١١٠ ، ٢٢٠ فولتا ، بصرف النظر عن عدد الأقطاب وعدد ذبذبات التيار ٠ والطريقة المعتادة فى توصيل المحرك تكون بتوصيل الأقطاب كلها على التوالى عند التشغيل على الجهد العالى ، وتوصيلها فى فرعين على التوازى عند التشغيل على الجهد المنخفض ٠ شكل ٣ ـ ١٢ يبين عضوا ثابتا ذا أربعة أقطاب موصل للتشغيل على ٢٢٠ فولتا ، وشكل ٣ ـ ١٣ يبين نفس المحرك موصل للتشغيل على ١١٠ فولت ، وبكل المحركات المزدوجة الجهد أربعة أسلاك تؤخذ الى خارج المحرك لكى تسمح بالتغيير من جهد الى آخر ٠

بعض المحركات المزدوجة الجهد توصل بفرعين على التوازى عند التشغيل على الجهد المرتفع وأربعة فروع على التوازى عند التشغيل على الجهد المنخفض ٠ وتبين الأشكال ٣ ـ ١٤ أ ، ب و ٣ ـ ١٥ أمثلة على طرق التوصيل هذه ٠

تلف معظم المحركات التنافرية ـ البدء ، التأثيرية ـ الحركة بأربعة أقطاب وتشتغل على سرعة قدرها ١٧٥٠ لفة فى الدقيقة ، وقد يلف بعضها لتشغيلها بستة أو ثمانية أقطاب ٠ ولكى يتعرف الطالب على أنواع التوصيلات المختلفة المستعملة فى هذه المحركات ، أوردنا رسومات توضيحية لمحركات ذات ستة وثمانية أقطاب ٠ يبين شكل ٣ ـ ١٦ ملفات العضو الثابت لمحرك ذى ستة أقطاب ، ويبين شكل ٣ ـ ١٧ ملفات محرك ذى ثمانية أقطاب ٠ ويبين كل رسم للأسلاك أربعة أطراف خارج المحرك وهى المرقومة

ت١ ، ت٢ ، ت٣ ، ت٤ · للتشغيل على ٢٢٠ فولتا يوصل الطرفان ت٢ ، ت٣ معا ويلفان بالشريط ، ويوصل طرفا الخط الى ت١ ، ت٤ · وللتشغيل على ١١٠ فولت يوصل ت١ ، ت٣ معا الى طرف الخط ل١ ، ثم يوصل ت٢ ، ت٤ معا الى ل٢ ·

أخذ المعلومات

عندما يصبح من الضرورى اعادة لف العضو الثابت بمحرك تنافرى ـ البدء ، تأثيرى ـ الحركة ، تجب العناية بتسجيل المعلومات المناسبة ، ومن ضمنها خطوة كل ملف على حدة ، وعدد اللفات ، ومقاس السلك · وتسجيل موضع الأقطاب فى العضو الثابت يعتبر أمرا بالغ الأهمية ، اذ يجب وضع ملفات كل قطب فى نفس المجارى التى كانت موجودة بها قبل حل الملفات ، فاذا وضعت فى مجار أخرى ، فقد لا يدور العضو المنتج ، واذا دار فقد لا يولد عزم الدوران المطلوب ·

لوحة معلومات لمحرك تنافرى

اسم الصانع

القدرة بالحصان	اللفات فى الدقيقة	الفولت	الامبير
الذبذبات	النوع	الاطار	طريقة صنعه
درجة الحرارة	الطراز	الرقم المسلسل	الوجه

العضو الدائر	القضبان	المجارى	خطوة الملف	تموجى	انطباقى
خطوة الطرف	عدد اللفات	عدد الملفات بكل مجرى	مقاس السلك		
خطوة التوصيلات المعادلة					

العضو الثابت	الاقطاب	المجارى	مقاس السلك	عدد الدوائر
رقم المجرى				
الملفات				

ويمكن تحديد مكان الملفات الأصلية بطريقة بسيطة ، بعمل علامة بالذنبة على المجرى أو المجارى المتوسطة لكل قطب انظر شكل ٣ ـ ١٨ ٠ وفى طريقة أخرى يكون ذلك بعمل رسم تصويرى يبين موضع الأقطاب بالنسبة للاطار ٠ ويحتوى العضو الثابت بكثير من المحركات على مجار مصنوعة بطريقة تجعل من المستحيل ارتكاب أى خطأ أثناء عملية اللف ، ويكون مقطع القلب الحديدى فى هذه المحركات عند منتصف القطب أعرض منه فى الأماكن الأخرى ، ويبين شكل ٣ ـ ١٩ هذه الطريقة فى الصنع ٠ وتشبه طريقة تسجيل المعلومات عن الملفات الطريقة المستعملة فى الأنواع الأخرى من المحركات ذات الوجه الواحد التى نوقشت حتى الآن ٠ ويبين شكل ٣ ـ ٢٠ طريقة تسجيل الخطوة لمحرك ذى أربعة أقطاب و ٢٤ مجرى ، وتوجد على صفحة (٧٥) لوحة تسجيل معلومات مثالية ٠

ملفات المنتج فى المحركات التنافرية البدء ، التأثيرية الحركة

سوف يأتى شرح لف المنتج بالتفصيل فى الباب السادس ، وهو عن ملفات المنتج للتيار المستمر ٠ وعلى العموم فان بعض النقاط المهمة فى دراسة المحركات التأثيرية ، مثل التوصيلات المتقاطعة وحلقات التعادل ، سوف تناقش فى هذا الباب ٠ وهذه المسائل لا تختص بالمحركات التنافرية ـ البدء ، التأثيرية ـ الحركة وحدها ، وانما تعنى أيضا المحركات التنافرية والتنافرية ـ التأثيرية ٠

تكوين المنتج

يبين شكل ٣ ـ ٢١ تفاصيل العضو المنتج ٠ يتكون القلب من رقائق مصنوعة من صفائح صلب مخمر ذى خواص كهربية عالية ٠ وتكون مجارى القلب عموما مائلة لتقليل الطنين ، وللحصول على عزم دوران ابتدائى لا تتوقف قيمته على الأوضاع المختلفة للعضو الدائر ٠ تثبت الموحدات من النوع القطرى على العمود اما بضغطها عليه أو بربطها بالقلاووظ ، على حسب نوع المحرك وطريقة صنعه ٠ وفى العادة يستعمل التثبيت بطريقة الضغط فى المحركات الصغيرة ، ويستعمل الربط بالقلاووظ فى المحركات الكبيرة ٠ وعند استبدال موحد مثبت بطريقة الضغط ، تجب العناية بتوزيع الضغط على العمود ، وذلك منعا لتقوس الموحد ، والا فسوف يستلزم الأمر أن نخرط جزءا كبيرا من الموحد على المخرطة ، حتى نحصل على استدارة حقيقة ٠ ويمثل شكلا ٣ ـ ٢٢ و ٣ ـ ٢٣ رسمين لهذين الموحدين ٠

يمكن اعادة عزل بعض الموحدات بعد فك أجزائها ، ولكن معظم الموحدات مصنوعة بطريقة تجعل اعادة عزلها مستحيلة • وهذه الموحدات مجمعة مع أجزاء من البكاليت ، أو مواد أخرى ، قد تتكسر عند تعرضها لحرارة زائدة نتجت بسبب حدوث دوائر قصر • وعندما يستلزم الأمر اعادة لف محرك تنافرى ــ البدء تأثيرى بسبب الاحتراق ، نجد فى الغالب أنه يجب استبدال الموحد أيضا •

لف المنتج

ملفات المنتج تكون اما انطباقية أو تموجية • شكل ٣ ــ ٢٤ يبين لفا انطباقيا ، وفيه يوصل الطرف النهائى للملف الى قضيب الموحد المجاور للطرف الابتدائى لنفس الملف •

فى حالة اللف التموجى يوصل الطرف الابتدائى للملف والطرف النهائى له الى ناحيتين متقابلتين من الموحد ، عندما يكون المحرك ذا أربعة أقطاب • واذا كان المحرك ذا ستة أقطاب ، يوصل الطرف الابتدائى للملف والطرف النهائى له الى قضيبين على الموحد ، يفصلهما عن بعضهما ثلث عدد القضبان تقريبا ، ويفصلهما فى حالة الثمانية الأقطاب ربع عدد القضبان •

قد يكون عدد الملفات مساويا لعدد المجارى ، وفى هذه الحالة يجب أن يكون عدد قضبان الموحد مساويا لعدد المجارى أو الملفات ، ويوصف اللف بأنه ذو ملف واحد لكل مجرى ، ويبين شكلا ٣ ــ ٢٤ ، ٣ ــ ٢٥ مثل هذه الملفات • وقد يكون عدد الملفات مساويا لضعف عدد مجارى المنتج ، وفى هذه الحالة يكون عدد قضبان الموحد مساويا لضعف عدد المجارى ، ويوصف هذا النوع من اللف بأنه ذو ملفين لكل مجرى ، وهو شائع الاستعمال فى المحركات الصغيرة ، وهو مبين بشكلى ٣ ــ ٢٦ و ٣ ــ ٢٧ ، وعندما يحتوى كل مجرى على ثلاثة ملفات ، يكون عدد قضبان الموحد مساويا لثلاثة اضعاف عدد المجارى ، وهذا يدعى لفا ذا ثلاث ملفات لكل مجرى ، وهو مبين بشكلى ٣ ــ ٢٨ ، ٣ ــ ٢٩ •

طريقة اللف

نفرض أنه يراد عمل لف انطباقى ذى ملفين بكل مجرى ، عندما يكون عدد الأقطاب أربعة ، وعدد المجارى ٢٨ ــ فى هذه الحالة تكون طريقة لف المنتج كما يلى :

١ ـ ضع علامة على القلب الحديدى بالذنبه أو بالمبرد عند كل من جانبى أحد الملفات ، وتتبع طرفى هذا الملف ، الى أن تصل الى قضيبى الموحد المتصلين به · ضع علامة على هذين القضيبين أيضا · احسب بالقياس عدد قضبان الموحد التى بعن يمين أو عن يسار المجرى الذى يأتى منه طرفا هذا الملف · ويمكن عمل ذلك بمد خيط من منتصف المجرى الى الموحد لتحديد قضيب الموحد الذى يكون على خط مستقيم مع المجرى · ويسجل عدد القضبان التى على اليمين أو على اليسار كما هو مبين بشكل ٣ ـ ٣٠ ·

حل المنتج وسجل كل المعلومات الضرورية ، كالخطوة ، وعدد الملفات ونوع اللف (انطباقى أو تمويجى) ، وعدد الملفات فى كل مجرى (واحد ، اثنان أو ثلاثة) ، وخطوة الأطراف ، ومقاس السلك ، الخ ·

بعد حل المنتج واخذ المعلومات اختبر الموحد بحثا عن عيوب فيه ، فاذا كان من النوع القطرى ويلزم استبداله ، فان الجزء من الموحد ، الذى سوف يستقر فيه جهاز عمل دائرة القصر ، يجب أن يفرغ ويوسع ، لكى يتسع للعقد ، ويمكن القيام بذلك على المخرطة بوساطة أداة تفريغ ، اما قبل أو بعد اللف · ويجب بذل عناية كبيرة أثناء ذلك كله ، لان بعض الموحدات تتكسر بسهولة ، اذا لم تعامل بحرص ·

قبل وضع العازل الجديد فى المجارى أزل العازل القديم كله ، ويكفى عازل « أرمو » بسمك قدره ١٥ر٠٠ من البوصة عادة فى المحركات التى اقل من ثلاثة أحصنة · ويجب أن يمتد العازل بعد القلب الحديدى على الجانبين ما يقرب من $\frac{1}{8}$ بوصة · ويمكن قطعه بمقدار صغير تحت مستوى قمة المجرى أو أعلى من المجرى بما يقرب من ¼ بوصة ، ويتوقف هذا على الخبرة الخاصة · وعلى العموم فان أحسن طريقة تتبع تكون بوضع العازل بنفس المقاس الذى كان فى المحرك أصلا ·

٢ ـ ضع المنتج على حاملين فى الوضع المبين فى شكل ٣ ـ ٣١ وابدأ اللف مستعملا سلكين · ولمعرفة السلكين أحدهما من الآخر ، فقد يستحسن استعمال بكرة من السلك المغطى بعازل من القطن والمينا ، وبكرة أخرى من السلك المعزول بالفورمفار · وهذا يوفر ضرورة البحث عن طرف كل سلك عند وضعه فى قضيب الموحد · فاذا استعمل سلكان متشابهان فى العازل فيمكن استخدام غلافين مختلفى اللون للتفريق بين طرفيهما ، أو قطع الطرفين بطولين مختلفين ·

ضع الطرفين الابتدائيين للسلكين فى فجوتى قضيبى الموحد الصحيحين حسب المعلومات المأخوذة · ويطرق على هذه الأسلاك عادة طرقا خفيفا

بالسنبك للتأكد من استقرارها فى الفجوات ، ويجب التأكد من ازالة العازل ازالة تامة من فوق كل سلك قبـــل وضعه فى الفجوة . لف العدد المضبوطة من اللفات ثم اقطع السلك عند أقرب مجرى اليك ، تاركا طولا كافيـا فى الأطراف للتوصيل الى قضبان الموحـــد . اثن الأســـلاك الى الخلف فوق القلب .

٣ ـ ابدأ بلف الملفين التاليين فى المجريين المفتوحين التاليين ، وضع طرفيهما الابتدائيين فى قضيبى الموحد التاليين ، كما هو مبين بشكل ٣ ـ ٣٢ . لف العدد المضبوط من اللفات ، ثم اقطع السلكين واثنهما الى الخلف على القلب ، كما فعلت مع الملفين السابقين . وكرر هذه العملية حتى يتم لف المنتج بأجمعه .

٤ ـ عندما ينتهى لف كل الملفات ، يكون الطرفان النهائيان لكل منهما موضوعين على القلب استعـــدادا لتوصيلهما الى قضبان الموحد . ضـــع كل طرف نهائى فى فجوة قضيب الموحد المجاور للقضيب الذى به الطرف الابتدائى لنفس الملف ، كماهو مبين بشكل ٣ ـ ٣٣ . وبذلك يصبح فى كل فجوةطرفان: طرف ابتدائى فى القاع ، وطرف نهائى فوقه . ويوضع خابور فى كل مجرى فوق الأسلاك لكى يحفظها من أن تقذف الى الخارج بفعل القـــوة المركزية الطاردة عندما يدور المنتج .

اذا كان المنتج ملفوفا بالملف ، أى أنه اذا كانت الملفات تلف على ضبعة ثم توضع فى المنتج ، فان طريقة وضع الملفات فى المجـــارى تـكون مختلفة قليلا . فعندما يكون المنتج ملفوفا بالملف ، يوضع الجانب السفلى فقط لكل ملف فى المجارى بالنسبة للربع الأول من العدد الكلى للمجارى ، ثم يوضع الملف بعـــد ذلك بأكمله فى المجارى ، وبعبارة أخرى لا يمكن وضع الجانب العلوى من ملف فى مجرى قبـــل شغل النصف السفلى من المجـــرى بجانب ملف آخر .

تأكد من أن الأطراف العلوية موصلة بالترتيب الصحيح لتجنب وجـود ملف معكوس . بعد توصيل جميع الأطراف ، أكمل عملية اللف بلحام كل الأطراف ، وعمل الاختبارات اللازمة ، والدهان بالورنيش ، واستـكمال استدارة الموحد .

التوصيلات المعادلة أو المتقاطعة

التوصيلات المتقاطعة عبارة عن أطوال من السلك المعزول تصـــل بين قضبان الموحد التى لها نفس الجهد . ففى محرك ذى أربعة أقطاب تكون

الزاوية بين قضبان الموحد هذه ١٨٠ درجة ميكانيكية ، وفى محرك ذى ستة أقطاب توصل القضبان التى يفصلها عن بعضها ١٢٠ درجة • وتوضع هذه التوصيلات عادة خلف قضبان الموحد ويجب عملها من سلك له نفس مقاس سلك ملفات المنتج • ويستعمل مع الموحد الجديد فى الغالب التوصيلات المتقاطعة الموجودة على الموحد القديم •

يستعمل مع المنتج الملفوف لفا انطباقيا فى المحركات التنافرية ، توصيلات متقاطعة فى أغلب الأحوال تقريبا • وبذلك تقل التيارات المحليه بين العضو الثابت والمنتج التى تنشأ عن عدم تساوى الفتحة الهوائية بينهما •

وهذه التيارات تنتج عندما يتآكل أحد الكراسى فيصبح الجانب السفلى من المنتج أقرب الى العضو الثابت من الجانب العلوى • وبالاضافة الى ذلك يصبح استعمال فرشتين فى محرك ذى أربعة أقطاب ، بدلا من أربع فرش ، جائزا • وفى بعض الأحيان تقفل التوصيلات المتقاطعة دائرة المنتج •

لتحديد القضبان التى توضع فيها موصلات متقاطعة يجب معرفة عدد القضبان وعدد الأقطاب ، وما اذا كان الموحد بأكمله سيوصل تقاطعيا ، أو سيوصل نصفه تقاطعيا • ويكون الموحد موصلا بأكمله تقاطعيا اذا كانت كل قضبانه تحتوى على أسلاك معادلة •

ولمعرفة عدد القضبان الواقعة فى المسافة بين طرفى كل توصيلة متقاطعة تستعمل المعادلة الآتية :

$$\text{عدد القضبان المحتواة} = \frac{\text{عدد القضبان}}{\text{عدد أزواج الأقطاب}}$$

وعلى سبيل المثال ، اذا كان الموحد يحتوى على ٥٠ قضيبا وكان عدد الأقطاب أربعة يكون :

$$\text{عدد القضبان المحتواة} = \frac{٥٠}{٢} = ٢٥ \text{ قضيبا}$$

ولكى نعبر ٢٥ قضيبا تكون التوصيلة المتقاطعة الأولى بين القضيبين ١و٢٦ وتكون التوصيلة الثانية بين ٢و٢٧ وهكذا • واذا كان المحرك ذا ستة أقطاب وعدد قضبان الموحد ٨١ تكون قفزة التعادل هى $\frac{٨١}{٣}$ = ٢٧ قضيبا ، وتعمل توصيلات تقاطعية بين القضيبين ١ و ٢٨ ، وبين ٢ و ٢٩ ، وبين ٣ و ٣٠ ، وهكذا • تبين الأشكال من ٣ ــ ٣٤ الى ٣ ــ ٣٦ التوصيلات المتقاطعة لموحد ذى ٣٦ قضيبا فى حالات أربعة وستة وثمانية أقطاب •

فى حالة اللف الانطباقى بدون توصيلات متقاطعة يصبح من اللازم استعمال عدد من الفرش مساو لعدد الأقطاب ، وفى الموحدات الموصلة تقاطعيا يلزم استعمال فرشتين فقط ، وعلى الرغم من ذلك فقد يستعمل أكثر من فرشتين ٠

عند اختبار منتج موصل تقاطعيا على الزوام للكشف عن دوائر قصر يهتز سلاح المنشار اليدوى فى كل الاوضاع على محيط المنتج بأكمله ، مشيرا الى وجود دائرة قصر ٠ ولكن هذا ليس حقيقيا ، ولمعرفة ما اذا كان المنتج مقصورا أم لا ، يلزم عمل اختبار بأمبير متر للقياس ٠ وتوجد طريقة أخرى مشروحة على صفحة (٨٨) لاختبار المنتج ، ومعرفة ما اذا كان مقصورا ٠

اعادة لف منتج ذى لف تموجى

تشبه طريقة اللف لمنتج ذى لف تموجى تلك التى استعملت لمنتج ذى لف انطباقى ، الا فيما يختص بموضع الأطراف فى الموحد ٠ شكل ٣ ــ ٣٧ يبين موحد المنتج ذى ٣٣ مجرى وأربعة أقطاب ، وعدد قضبانه ٤٥ ٠ يوجد ملفان بكل مجرى ، ويراد عمل الملفات من النوع التموجى المتقهقر ٠ وتكون طريقة لف هذا المحرك كما يأتى :

١ ــ سجل كل المعلومات اللازمة ، مع العناية بملاحظة خطوة الموحد ٠ والمعادلة التى تحسب منها خطوة الموحد فى اللف التموجى المتقهقر هى :

$$\text{خطوة الموحد} = \frac{\text{عدد القضبان} - ١}{\text{عدد أزواج الأقطاب}} = \frac{٤٥ - ١}{٢} = ٢٢ \text{ أو } (١ \text{ و } ٢٣)$$

يجب أن يكون عدد قضبان الموحد فرديا مع أى منتج ذى لف تموجى وأربعة أقطاب ، فاذا كان عدد القضبان زوجيا يجب قصر اثنين منها ٠

حيث ان عدد الملفات بالمجرى اثنان ، يكون عدد الملفات فى المنتج هو ٢ × ٢٣ أو ٤٦ ملفا ٠ وعلى العموم لا يمكن توصيل سوى ٤٥ ملفا الى الـ ٤٥ قضيبا على الموحد ، وعلى هذا يصبح ملف واحد غير موصل فى دائرة المنتج ، وعلى الرغم من ذلك يجب بقاء هذا الملف على المنتج ، لكى يحفظ توازنه الميكانيكى (انظر شكل ٣ ــ ٣٨) ٠

فى كل المنتجات التموجية اللف ، بملفين لكل مجرى ، ذات الاربعة الأقطاب ، يكون من اللازم اضافة ملف على شكل طرف قافز عندما يكون عدد القضبان يزيد واحدا عن عدد الملفات ٠ وعلى سبيل المثال اذا كان بالمنتج ٢٢ مجرى بدلا من ٢٣ أمكن لف ٤٤ ملفا فقط على المنتج ، ولما كان

العدد اللازم هو ٤٥ ، أصبح من الواجب وضع ملف زيادة على المنتج ، وذلك بتوصيل فافزبين بين قضيبي الموحد اللذين كان من المفروض توصيل الملف الخامس والأربعين بينهما • شكل ٣ ـ ٣٩ يبين توصيل مثل هذا الطرف القافز •

٢ ـ ابدأ لف المنتج لفا يدويا بسلكين ، وضع الأطراف السفلى في القضبان المضبوطة حسب المعلومات • توضع الأطراف بعيدا عن محور الملف ، كما هو مبين بشكل ٣ ـ ٤٠ ، وهذا هو المتبع دائما في حالة المنتجات الملفوفة لفا تموجيا •

لف العدد المضبوط من اللفات في كل ملف ، ثم اقطع السلكين ، أحدهما قصير والآخر طويل ، للتمييز بينهما ، واثنهما الى الخلف على القلب • واذا كان المنتج ملفوفا بالملف ، ضع غلافا ملونا على كل طرف ، قبل وضعه في مجارى المنتج •

٣ ـ صل الطرفين الابتدائيين الى قضيبي الموحد ، ثم لف الملفين التاليين ، كما يظهر في شكل ٣ ـ ٤١ • واذا كان المنتج ملفوفا بالملف ، يوضع الملف في المجارى قبل توصيل الطرف الابتدائي الى قضيب الموحد •

٤ ـ بعد لف الملفات توضع الأطراف النهائية في قضبان الموحد فوق الأطراف الابتدائية ، كما ظهر في شكل ٣ ـ ٤٢ • ويختبر أول طرف علوى عادة للتأكد من أنه موضوع في قضيب الموحد الصحيح ، وتوضع الأطراف الأخرى كلها بالتتابع ، حيث أن كلا منها مميز ، اما بطوله ، أو بلونه • ومن الضرورى استخدام الخطوة المضبوطة للموحد ، والا فقد لا يشتغل المنتج • وفي هذا الملف التمويجي يفترق الطرفان العلوى والسفلى بعيدا عن بعضهما ، في حين يتجه الطرفان في اللف الانطباقي نحو بعضهما •

٥ ـ بعد ذلك تتبع نفس الطريقة المعطاة في الباب السادس والخاصة بمنتجات التيار المستمر • ويمكن اختبار المنتج على الزونم للتحرى عن دوائر القصر ، كما هو موصوف على صفحة (١٨٦) •

عكس اتجاه الدوران في المحرك التنافرى ـ البدء ، التأثيرى ـ الحركة

اذا وضع ملف مقفل من السلك في مجال قطب مغناطيسى ، وفي نفس مستواه ، وكان التيار المغذى لملف القطب متغيرا ، فان الملف المقفل سوف يتحرك حتى يصبح في وضع عمودى على مستوى مجال القطب المغناطيسى ، كما هو مبين بشكل ٣ ـ ٤٣ • لكى يحدث هذا يجب وضع الملف في اتجاه مائل قليلا عن الوضع المذكور ، والا فسوف يؤثر عليه عزم الدوران في اتجاه عقربى الساعة وفي عكس اتجاه عقربى الساعة ، مما يؤدى الى عدم دوران

الملف على الاطلاق • ويتسبب التيار الناتج فى الملف بالتأثير فى تكوين قطب مغناطيسى مشابه فى قطبيته للقطب الاصلى ، ونتيجة لذلك يتنافر القطبان معا حتى يأخذ القابل للحركة منهما وضعا أفقيا •

شكل ٣ ــ ٤٤ يبين المنتج فى محرك تنافرى ، وقد استبدل به الملف المقفل • اذا قصرنا الدائرة بين فرشتى المحرك ذى القطبين ، كما هو مبين بالخط الثقيل فى شكل ٣ ــ ٤٤ ، يتكون من ملفات المنتج دائرتان متساويتان، ويصبح كما لو كان هناك ملفان مقفلان فى مستوى رأسى ، ولا تحدث حركة لأن عزم الدوران متساو فى الاتجاهين •

اذا نقلت الفرشتان الى اليمين أو الى اليسار (كما هو مبين بالخطوط المتقطعة) يدور المنتج بنفس الطريقة التى حدثت مع الملف المقفل • اذا نقلت الفرشتان فى عكس اتجاه عقربى الساعة ، يدور المنتج فى هذا الاتجاه ، وعلى ذلك فان عكس اتجاه دوران المحرك التنافرى يكون بنقل الفرش • ويوجد فى العادة علامتان على الغطاء الجانبى تناظر كل منهما اتجاها للدوران ، كما هو مبين بشكل ٣ــ ٤٥ • ولعكس اتجاه دوران المحـــرك ، يفك مسمـــار محوى على ذراع حامل الفرش وينقل حامل الفرش فى حذاء أى من العلامتين • ويجب ربط المسمار قبل ادارة المحرك • وهذه الطريقة فى عكس اتجـــاه الدوران تستخدم فى نوعى المحركات ، ذات الفرش الراكبة ، وذات الفرش المرفوعة •

حوامل الفرش الثابتة :

كثيرا من المحركات ، وبخاصة ذات الفرش الراكبة ، تحتوى على فرش غير قابلة للحركة ، اذ قد تكون الفرشة مصبوبة كجزء من الغطاء الجانبى ، ولا يمكن لذلك تحريكها • وتصنع بعض هذه المحركات بحيث يكون وضع أقطاب المجال غير منطبق مع المجاور ، فاذا عكس وضع اطار الاقطاب بأكمله ، يحدث نفس التأثير الناتج من نقل الفرش • تزود بعض المحركات بثقوب اضافية للمسامير فى العضو الثابت لكى يصبح فى الامكان تحريكه • ولعكس اتجاه دوران مثل هذا المحرك ، يرفع الغطاءان الجانبيان ، ويعكس وضع الاطار من ناحية الى الناحية المقابلة ، ثم يعاد تجميع المحرك • ويبين شكل ٣ ــ ٤٦ و ٣ ــ ٤٧ الوضعين المذكورين •

حوامل فرش كارتريدج :

فى نوع آخر من المحركات يوجد حاملان للفرش فى وضع غير محورى ، ويمكن تحريكهما كل على حدة • ولعكس اتجاه دوران مثل هذا المحرك ،

يحرك كل حامل الفرش ١٨٠ درجة ميكانيكية ٠ وفى بعض المحركات يرفع حامل الفرش من مكانه ، ثم يعاد وضعه بعد نقله مسافة قدرها ١٨٠ درجة ميكانيكية ٠ وفى محركات أخرى يفك مسمار ضابط مقلوظ صغير ، ويلف حامل الفرش باستعمال مفك قلاووظ ، ويبين شكلا ٣ ــ ٤٨ و ٣ ــ ٤٩ هذا النوع من حوامل الفرش ٠ ويوجد على الطاقية عادة سهم يبين اتجاه الدوران ٠ بادارة حوامل الفرش غير المحورية تنتقل الفرش الى وضع جديد على الموحد وينتج انعكاس فى اتجاه الدوران ٠

تصنع بعض المحركات لكى تدور فى اتجاه واحد فقط، وفى هذا النوع من المحركات لا يمكن نقل حوامل الفرش من مكانها ، ولا يمكن تحريك العضو الثابت ٠ توجد طريقة جيدة لعكس اتجاه الدوران فى مثل هذه المحركات ، وتكون بحل اللحام من أطراف الاسلاك على الموحد ونقل الاطراف مسافة تقدر بعدة قضبان ، ولكن هذا لا يمكن عمله دائما ٠ وفى طريقة أخرى يعاد لف العضو الثابت بحيث ينتقل محور كل قطب مسافة تقدر بمجرى واحد على الاقل من موضعه الاصلى ٠

تغيير نوع اللف من متقهقر الى متقدم لا ينتج عنه فى العادة عكس اتجاه دوران المحرك ، كما يحدث مع منتج التيار المستمر ٠ وعلى كل حال ينتج انعكاس اتجاه الدوران فى بعض المحركات ٠

تحديد نقطة التعادل :

اذا أردنا وضع علامتين جديدتين على الغطاء الجانبى لتعيين الدوران فى اتجاه عقربى الساعة ، وفى عكس اتجاه عقربى الساعة ، يجب أن نبدأ أولا بتحديد نقطة التعادل ، أو موضع التعادل للفرش ٠ وعند هذا الوضع سوف لا يدور المحرك فى أى الاتجاهين ٠ فى المحركات التنافرية ــ البدء ، التأثيرية ــ الحركة العادية ، نعثر على نقطتى تعادل : احداهما يكون عندها الموضع الصحيح ، وتمثل الثانية موضعا خطأ للفرش ٠ ولمعرفة النقطة الصحيحة فيهما ، حرك الفرش الى نقطة لا يدور عندها المحرك فى أى الاتجاهين ، ثم انقل حامل الفرش قليلا الى يمين هذه النقطة ، ويجب أن يدور المحرك حينئذ فى اتجاه عقربى الساعة ٠ بعد ذلك انقل حامل الفرش الى الشمال من نقطة التعادل ، ويجب أن يدور المحرك حينئذ فى عكس اتجاه عقربى الساعة ٠ اذا كانت نقطة التعادل المستعملة هى النقطة الخطأ ، فان نقل حامل الفرش الى اليمين سوف ينتج دورانا فى عكس اتجاه عقربى الساعة ٠

المحرك التنـــافرى

يختلف هذا المحرك عن المحرك التنافرى ـ البدء ، التأثيرى ـ الحركة فى أنه يصنع بلا استثناء من النوع ذى الفرش الراكبة ، وليس به أى جهاز يعمل بالقوة المركزية الطاردة • وهذا المحرك يبدأ حركته ثم يدور على أساس التنافر • وهو مثل محرك التوالى للتيار المستمر له عزم دوران ابتدائى مرتفع وخاصية تغير السرعة ، ويعكس اتجاه دورانه بنقل حامل الفرش الى أى الناحيتين من وضع التعادل ، كما تقلل سرعته بتحريك حامل الفرش على مسافة بعيدة من وضع التعادل • ويطلق على هـــذا المحـرك فى بعض الاحيان محرك توالى ـ تأثيرى •

يشبه العضو الثابت فى المحرك التنافرى نظيره فى المحرك التنافرى ـ البدء ، التأثيرى ـ الحركة ، كما ان أقطاب العضو الثابت توصل بطريقة واحدة فى المحركين • ويلف العضو الثابت عموما لاربعة ، ستة ، أو ثمانية أقطاب ، وتمد اربعة أطراف الى خارج المحرك عادة للتشغيل على جهـــد مزودج •

يتكون العضو الدائر من منتج مصنوع بنفس طريقة صـــنع منتجات التيار المستمر • وهو يصنع من الرقائق ، وتكون مجاريه عموما مائلة • وقد يكون الملف فيه باليد أو بملفات ملفوفة ، كما أنه قد يكون تموجيا أو انطباقيا. والموحد من النوع المحورى وتركب الفرش عليه دائما • وتوصل الفرش كلها معا كما يحدث فى المحرك التنافرى ـ البدء • شكل ٢ ـ ٥٠ يبين رسما لمحرك تنافرى ذى أربعة أقطاب •

ملفات التعويض :

يستعمل فى بعض المحركات التنافرية ملفات اضافية يطلق عليها ملفات التعويض ، ويكون الغرض منها رفع معامل القدرة ، وتحسين طريقة تنظيم السرعة • وملفات التعويض أصغر بكثير من الملفات الرئيسية ، وتلف عادة فى المجارى الداخلية لكل قطب ثم توصل على التوالى مع المنتج • شكل ٣ ـ ٥١ يبين ملفات التعويض وتوصيلها الى الفرش ، ويستلزم الامر استعمال أربع فرش ، اثنتان منها توصل معا ، والاثنتان الاخريان توصـــلان على التوالى مع ملفات التعويض • والمحرك المرسوم يمكن توصيله للتشغيل على جهد مزدوج • ولعكس اتجاه دوران هذا المحرك يجب عكس أطراف ملفات التعويض ، كما يجب نقل حامل الفرش • وشكل ٣ ـ ٥٢ يبين رسما مثاليا

لعرض المعلومات عن محرك من هذا النوع يحتوى على ٣٦ مجرى وذى ستة أقطاب ٠

المحرك التنافرى ــ التأثيرى

من المستحيل فى بعض الاحيان أن نفرق بين المحرك التنافرى ــ التأثيرى والمحرك التنافرى من المظهر الخارجى لكليهما ٠ وعلى العموم فان المحرك التنافرى ــ التأثيرى يحتوى على ملفات قفص سنجابى على المنتج بالاضافة الى الملفات العادية ، وتوضع ملفات القفص السنجابى تحت المجارى فى المنتج ، كما هو مبين بشكل ٣ ــ ٥٣ ٠ ويلف المنتج عادة لفا انطباقيا ٠ ويستعمل معه توصيلات متقاطعة ٠

لمعرفة ما اذا كان المحرك تنافريا ، أو تنافريا ــ تأثيريا ، وصله الى الخط ، ودعه يبلغ سرعته الكاملة ، ثم ارفع جميع الفرش بحيث تصبح غير متماسة على الاطلاق مع الموحد ، فاذا استمر المحرك يدور بسرعته الكاملة ، فهو محرك تنافرى ــ تأثيرى ٠

تصنع المحركات التنافرية ــ التأثيرية بأحجام تصل الى ١٠ أحصنة تقريبا ، وهى من النوع المزدوج الجهد ، ويمكن استعمالها فى الاشغال ذات الاغراض العامة ٠ شكل ٣ ــ ٥٤ يبين توصيلات هذا المحرك للتشغيل على ٢٢٠ فولتا ٠ وقد يصبح هذا النوع شائع الاستعمال فى مجال المحركات التنافرية نظرا لما له من خواص جيدة تناسب معظم الاغراض ، وهى خواص يمكن مقارنتها بتلك التى يمتلكها المحرك المركب للتيار المستمر ٠

تنحصر ميزة هذا المحرك فى عدم استعمال أى جهاز قصر يعمل بالقوة المركزية الطاردة معه ٠ وهو يمتلك عزم دوران ابتدائى مرتفع ، ونتيجة لوجود ملفات القفص السنجابى ، فان الانخفاض فى السرعة يكون ثابتا الى حد كبير ، وتصنع هذه المحركات أيضا بملفات تعويض لرفع معامل قدرة دائرة المحرك ٠ يبين شكل ٣ ــ ٥٥ رسما لمحرك تنافرى ــ تأثيرى بملفات تعويض ، موصل للتشغيل على ١١٠ فولت ٠

تحديد الخلل وإصلاحه

الاختبار

تختبر المحركات التنافرية ، شأنها فى ذلك شأن باقى المحركات ، للتحرى عن نقطة التماس ، دوائر القصر ، الفتحات ، والتوصيلات المعكوسة ٠ ويجب اختبار كل من العضو الثابت والمنتج على حد سواء ٠

اختبار التماس الارضي :

الطريقة المعتادة فى اختبار العضو الثابت للتحرى عن نقط تماس أرضية تكون باستعمال مصباح اختبار · وصل أحد سلكى دائرة الاختبار معالاطار ، والسلك الثانى مع طرف ملفات العضو الثابت ، فاذا أضاء المصباح دل ذلك على وجود تماس أرضى · وطريقة تحديد مكان التماس واصلاحه هى نفسها التى شرحت فى حالتى محركات الوجه المشطور والمحركات ذات المكثف ·

ويختبر الموحد وملفات المنتج بحثا عن تماس أرضى بنفس الطريقة تماما · ولما كانت حوامل الفرش فى بعض المحركات متصلة بالارض عن طريق الغطاء الجانبى ، يجب قبل اختبار المنتج للتماس الارضى رفع الفرش بعيدا عن الموحد · اذا ظهر وجود تماس أرضى فى المنتج ، أجر اختبارا لتحديد مكانه بطريقة القياس كما هو موصوف فى الباب السادس · واذا وصلنا جهدا قيمته تقرب من ١٠٠٠ فولت بين الملفات والارض ، فقد تحدث شرارة عند نقطة التماس مع الارض مبينة مكانها ·

اختبار تحديد دوائر القصر :

يختبر العضو الثابت بحثا عن دوائر القصر باستعمال زوام داخلى أو بقياس مقدار سقوط الجهد على كل قطب ، أو بقياس مقاومة ملفات كل قطب ، أو بتحسس أسخن ملف بعد تشغيل المحرك وقتا قصيرا · ويمكن استكشاف الملف المقصور أيضا بتمرير تيار مستمر فى الملفات وقياس قوة مجال كل قطب بقطعة من الحديد ، ويكون القطب المقصور هو الذى يبذل أقل شد أو جذب عليها · واذا احترق ملف أو تفحم فان الفحص بالنظر فقط سوف يكشف عن مكانه ·

يختبر العضو المنتج بحثا عن دوائر القصر بوساطة مللى فولتمتر ، أو يمكن اختباره على جهاز زوام ، اذا كان المنتج ذا لف تموجى · وتجب مراعاة أن المنتجات ذات اللف الانطباقى ، والتى تحتوى على توصيلات متقاطعة ، لا يمكن اختبارها على جهاز الزوام · والملفات المقصورة تنتج قراءة منخفضة على المللى فولتمتر ، واذا اختبرت على الزوام تسبب اهتزاز فى سلاح منشار يدوى · وهذا كله مشروح فى الباب السادس ·

يبين شكل ٣ ـ ٥٦ رسما لطريقة مرضية جدا تتبع فى اختبار دائرة القصر فى منتج المحرك التنافرى · ارفع الفرش أو امنع اتصالها بالموحد · وصل المحرك على خط التغذية · لن يدور المحرك والفرش مرفوعة · أدر المنتج باليد ، فاذا كان هناك ملف مقصور عليه فسوف يظهر ميلا للثبات عند نقط معينة ، والا فان المنتج سوف يدور بسهولة وحرية · هذا الاختبار يصح عمله فى حالة ما اذا كانت الكراسى فى حالة جيدة ·

اختبار الفتحات والتوصيلات المعكوسة : تختبر ملفات العضـو الثابت للمحرك التنافرى للفتحات والتوصيلات المعكوسة كما سبق وصفه فى البابين السابقين ، ويختبر المنتج لمثل هذا الخلل بالطريقة المشروحة فى البـــاب الســـادس ٠

التصليحات : يختص هـــذا الجـــزء بكل الانواع الثـلاثة للمحركات التنافرية ٠ وفيما يلى علامات الخلل التى تظهر على هذه المحركات فى الحياة العملية ، ومع كل منها قائمة الاحتمالات المختلفة لحقيقة نوع الخلل ٠ ويشير العدد الموضوع بين قوســين بعـــد كـل خلل الى رقم العلاج المناسب له ، فى قائمة طرق العلاج الموجودة فى الصفحات التالية ٠

حيث ان المحرك التنافرى ـ البدء ، التأثيرى ـ الحركة هو الوحيد الذى يحتوى على جهاز قصر يعمل بالقوة المركزية الطاردة ، فسوف يشار الى هذا النوع فقط عند ذكر مفتاح الطرد المركزى ٠

١ ـ اذا عجز المحرك عن البدء فى الدوران عند قفل المفتاح ، فقد يكون الخلل :

(أ) احتراق المصهر ٠
(ب) تآكل الكراسى (١) ٠
(ج) التصاق الفرش بالحامل (٩) ٠
(د) تآكل الفرش (٩) ٠
(هـ) فتح فى دائرة العضو الثابت أو المنتج (٢) ٠
(و) خطأ فى وضع حامل الفرش (٥) ٠
(ز) قصور فى دائرة المنتج (٣) ٠
(ح) قذارة الموحد (٩) ، (١٢) ، (١٧) ٠
(ط) خطأ فى توصيل الاطراف (٦) ٠
(ى) العقد يعمل قصرا على المنتج (١١) ٠

٢ ـ اذا لم يبدأ المحرك دورانه على مايرام ، فقد يكون الخلل :
(أ) تآكل الكراسى (١) ٠
(ب) اتساخ العقد أو الموحد (٩) ، (١٢) ٠
(ج) رفع الفرش من فوق الموحد قبل الاوان المناسب (١٠) ٠
(د) جهاز الطرد المركزى مجمع بطريقة غير صحيحة (١٤) ٠

(هـ) خطأ فى وضع حامل الفرش (٥) .
(و) جهاز القصر متآكل ، مكسور ، أو مجمع بطريقة غير صحيحة (١٤)
(ز) الاوزان الضابطة غير حرة الحركة (١٥) .
(ح) مقدار الشد فى اللولب غير مضبوط (١٦) .
(ط) قصور فى دائرة المنتج (٣) .
(ى) حركة محورية زائدة (٨) .
(ك) تعدى الحمل (٧) .
(ل) قصور فى دائرة العضو الثابت (٤) .
(م) تآكل فى شفة حامل الفرش (١٨) .

٣ ـ اذا أصبح المحرك ساخنا بصورة زائدة ، فقد يكون الخلل :
(أ) المحرك موصل للتشغيل على ١١٠ فولت ، ولكنه يشتغل على ٢٢٠ فولت .
(ب) قصور فى دائرة العضو الثابت أو المنتج (٣) ، (٤) .
(جـ) تعدى الحمل (٧) .
(جـ) تآكل الكراسى (١) .
(هـ) كسر أو احتراق العقد (١٢) ، (١٣) .
(و) خطأ فى وضع حامل الفرش (٥) .

٤ ـ اذا كان تشغيل المحرك مصحوبا بضجة ، فقد يكون سبب ذلك :
(أ) تآكل الكراسى أو المحور (١) .
(ب) جهاز الطرد المركزى غير مثبت جيدا (١٤) .
(جـ) ملف مقصور بالعضو الثابت (٤) .
(د) حركة محورية زائدة (٨) .
(هـ) اتساخ جهاز القصر (١٢) .

٥ ـ اذا تسبب المحرك فى جرق المصهر ، فقد يكون السبب فى الخلل :
(أ) تماس أرضى فى ملفات الاقطاب (١٩) .
(ب) توصيلات غير صحيحة (٦) .
(جـ) الفرش غير متلامسة مع الموحد (٩) .
(د) قصور فى دائرة المنتج (٣) .
(هـ) موضع الفرش غير صحيح (٥) .
(و) تجمد الكراسى .

٦ ـ اذا صدر عن المحرك طنين دون أن يدور ، فقد يكون الخلل :

(أ) خطأ فى توصيلات الاطراف (٦) ٠
(ب) تأكل الكراسى (١) ٠
(جـ) موضع الفرش غير صحيح (٥) ٠
(د) قصور فى دائرة المنتج (٣) ٠
(هـ) قصر فى دائرة العضو الثابت (٤) ٠
(ز) التصاق الفرش أو عدم تلامسها مع الموحد (٩) ٠
(ح) اتساخ الموحد (٩) ، (١٢) ٠

٧ ـ اذا لم يصل المحرك الى سرعته المعتادة ، فقد يكون الخلل :

(أ) خطأ فى قوة ضغط اللولب على الفرش (١٠) ، (١٦) ٠
(ب) اتساخ أو احتراق العقد (١٢) ٠
(جـ) اتساخ الموحد (٩) ٠
(د) قصر في دائرة المنتج (٣) ٠
(هـ) قصر فى أحد ملفات العضو الثابت (٤) ٠
(و) تأكل الكراسى (١) ٠
(ز) القضبان الدافعة أطول من اللازم (١٠) ٠

٨ ـ اذا حدثت شرارة بداخل المحرك ، فقد يكون الخلل :

(أ) فتح فى ملفات المنتج (٢) ٠
(ب) اتساخ الموحد (٩) ٠
(جـ) ارتفاع سطح الميكا عن سطح الموحد (٢٠) ٠
(د) التصاق الفرش أو قصر طولها (٩) ٠

١ ـ تأكل الكراسى : اذا كان الكرسيان متأكلين لدرجة تجعل العضو الدائر يلمس العضو الثابت ، فان المحرك سوف يصدر طنينا عند قفل المفتاح ، وسوف يكون احتمال دوران المنتج ضئيلا فقط ٠ اختبر المحرك ، بدون توصيل الجهد اليه ، محاولا تحريك العمود رأسيا ، فاذا تحرك معك ، فان هذا يعنى أن الكراسى متأكلة ٠ والعلاج فى هذه الحالة يكون بوضع كراسى جديدة ٠ وعندما تكون الكراسى فى مثل هذه الحالة يتكون على سطح قلب المنتج أجزاء متأكلة وناعمة ، مما يعنى أنها تحتك بالعضو الثابت ٠

واذا كانت الكراسى متآكلة قليـــلا ، يصـــدر عن المحرك أثناء دورانه ضجة ويسخن ، وفى بعض الاحيان يدور أبطأ من سرعته المعتادة .

٢ ـ فتح فى دائرة المنتج أو العضوالثابت : لتحديدمكان الفتح استعمل مصباح الاختبار وتصرف بالطريقة المشروحة فى الباب الاول ، محركات الوجه المشطور . بعد تحديد مكان الفتح ، أصلح أو أعد اللف على حسب ما يقتضيه الحال .

عند عمل اختبار الفتحات على العضو الثابت فى المحرك التنافرى . يجب التأكد من اجـــراء الاختبار على دائرتين ، وذلك لأن كل المحـــركات التنافرية مزدوجة الجهد تقريبا ، وتخرج منها أربعة أطراف ، اثنان لكل مجموعة من الاقطاب .

تختبر الفتحات فى المنتج وتحدد بوساطة جهاز قياس ، كما هى الحال مع منتجات التار المستمر . ووجود بقعة محترقة على الموحد سوف يؤدى الى تحديد مكان الملف المفتوح . ويكون العلاج باصلاح الفتح ، وذلك باعادة توصيل السلك المكسور أو ، اذا لم يسهل الوصول الى مكان الكسر ، باعادة لف الملف او المنتج بأجمعه .

٣ ـ قصر فى دائرة المنتج : اذا كانت معظم ملفـــات المنتج مقصـــورة ، فسوف يقوم المحرك بمحاولة ضئيلة للدوران ، ثم يصدر طنينا ويظـــل ساكنا . أما اذا كان هناك ملف أو ملفان مقصوران فقط ، فان المحرك سوف يدور ، ولكن عزم دورانه الابتدائى سوف يكون ضعيفا . وسوف يسخن الملف المقصور عند البدء ، ثم يتصاعد منه الدخـــان لو طالت فترة دوران المحرك .

وتوجد طريقة جيدة لاختبار المنتج من ناحية الملفات المقصورة ، وتكون برفع الفرش وادارة المنتج أثناء مرور التيار فى العضو الثابت . فاذا دار المحرك بحرية ، وبدون محاولة الثبات عند بعض النقاط ، يكون فى حـــالة جيدة . ويكشف الفحص بالنظر لملفات المنتج عادة عن مكان الملفات المقصورة فى المحرك التنافرى . وقد يكون المنتج عموما محترقا احتراقا تاما ومتفحما ، بحيث تكون رائحة العازل المحروق واضحة .

ان قطع بعض الملفات وتغيرها فى المحـــرك التنافرى لا يعتبـــر تصرفا حكيما ، وانما يجب اعادة لف المنتج بأكمله ، لو ثبت وجود ملف أو بعض الملفات مقصورة . وقبل اعادة لف المنتج ، يجب التأكد من أن الموحد على ما يرام .

٤ ــ قصر فى دائرة العضو الثابت : ان حدوث قصر فى ملفات العضو الثابت سوف يتسبب فى أن يدور المحرك ببطء عن سرعته المعتادة ، وصدور ضجيج عنه • وبالاضافة الى ذلك فان الملفات المقصورة سوف تسخن ويتصاعد منها الدخان • وفى بعض الاحيان لا يصل المحرك الى السرعة اللازمة لتشغيل جهاز الطرد المركزى ، مما يؤدى الى جعل المحرك يسحب تيارا زائدا ويحرق المصهر • اختبر المحرك لمثل هذه الحالة بالزوام الداخلى •

٥ ــ خطأ فى موضع حامل الفرش : لكى يدور المحرك التنافرى ، يجب وضع حامل الفرش فى موضع محدد • فاذا تحرك الحامل من هذا الموضع ، فان عزم الدوران الابتدائى للمحرك سوف يكون ضعيفا ، أو قد لا يدور المحرك على الاطلاق ، متسببا فى حرق المصهر • وسوف تحدث هذه الحالة عندما ينحل المسمار المحوى الضابط الذى يمسك الفرشة ويقيدها فى مكانها ، فيسمح للحامل بالانتقال •

وتقع حالة مشابهة عندما يعاد لف المنتج ، ولا توضع الاطراف فى قضبان الموحد المضبوطة • فاذا وضعت الاطراف بعيدة عن المكان المضبوط بمقدار قضيب أو قضيبين ، يجب تحديد نقطة تعادل جديدة •

ويحدث هذا أيضا اذا أعيد لف العضو الثابت ووضعت الملفات بعيدة عن مكانها الاصلى بمقدار مجرى واحد • وفى كلتا الحالتين يجب تعيين نقطة تعادل جديدة ، ومن ثم يعين الوضعان الجديدان للدوران ، فى اتجاه عقربى الساعة ، وفى عكس اتجاه عقربى الساعة • ويمكن عمل ذلك بنقل حامل الفرشة الى الخلف والى الامام ، حتى يعطى المحرك عزم الدوران المطلوب •

٦ ــ خطأ فى توصيلات الاطراف : يبين شكلا ٣ ــ ٥٧ ، ٣ ــ ٥٨ الاخطاء التى يرتكبها أحيانا المبتدئون عند توصيل أربعة أطراف خارجة لمحرك تنافرى ، وفى كلتا الحالتين سوف يصدر المحرك طنينا عند توصيل التيار اليه ، ويكون العلاج بعكس توصيل طرفى المحرك فى احدى المجموعتين •

يرتكب خطأ آخر فى عمل التوصيلات ، ويكون بتوصيل الطرفين $ت_١$ ، $ت_٢$ معا الى طرف الخط $ل_١$ ، وتوصيل الطرفين $ت_٣$ ، $ت_٤$ معا الى طرف الخط $ل_٢$ • وبدراسة الرسم فى شكل ٣ ــ ٥٩ يتضح أن التوصيل بهذه الطريقة ينتج دائرة مفتوحة • واذا وصل المحرك الى الخط وهو موصل بهذه الكيفية ، فسوف لا يصدر عنه حتى مجرد الطنين •

٧ — حمل زائد : يؤدى تعدى الحمل على المحرك الى منعه من الدوران عند السرعة المطلوبة كما يتسبب فى مرور تيار زائد فيه . وفى المحرك التنافرى — البدء ، التأثيرى — الحركة سوف لا يعمل جهاز الطرد المركزى ، لان السرعة ليست كافية ، وبدلا من ذلك فسوف يحاول المحرك أن يشتغل كمحرك تنافرى ، فيسخن جدا وتصدر عنه ضجة .

٨ — حركة محورية زائدة : فى بعض المحركات التنافرية — البدء ، التأثيرية — الحركة والتى تحتوى على موحدات قطرية ، تتسبب الحركة المحورية الزائدة فى رفع حامل الفرش مسافة كبيرة من فوق الموحد ، مما يؤدى الى ضعف الضغط على الفرش ، وينتج عن ذلك حدوث شرارة كما انه يمنع المحرك من الوصول الى سرعته المعتادة . اسمح لحركة محورية مقدارها ١/٤٦ من البوصة على أكثر تقدير بالحدوث ، وذلك بوضع ورد على عمود المنتج . وعلى العموم يجب أن تتأكد من أن الورد موضوعة بحيث يكون جانبا القلب الحديدى لكل من المنتج والعضو الثابت فى مستوى واحد . وغالبا ما تتسبب الحركة المحورية الزائدة فى صدور ضجة عن المحرك اثناء التشغيل .

٩ — عدم تلامس الفرش مع الموحد : اذا كانت الفرش ملتصقة بالحامل أو متآكلة ، فقد لا تتمكن من لمس الموحد ، ولا يستطيع المحرك البدء . ويؤدى اتساخ الموحد أو ضعف ضغط اللولب على الفرش الى نفس النتيجة . واذا دار المحرك فعلا ، فسوف تحدث شرارة كبيرة . ويمكن كشف هذه العيوب بسهولة عن طريق الفحص ؛ ويكون العلاج بتنظيف الموحد ، أو استبدال الفرش أو اللولب ، أو كليهما معا ، بوحدات جديدة .

١٠ — رفع الفرش من فوق الموحد قبل الاوان المناسب : يعمل المحرك التنافرى — البدء ، التأثيرى — الحركة كمحرك تنافرى حتى يصل الى ٧٥ فى المائة تقريبا من سرعته الكاملة ، ثم يصل الى السرعة الكاملة وهو يعمل كمحرك تأثيرى . ومن الواضح أنه اذا رفعت الفرش من فوق الموحد ، قبل أن يصل الى هذه السرعة ، فانه لن يصل الى سرعته الكاملة ، وانما سوف تبطىء سرعته بدلا من ذلك ، مما يتسبب فى عودة الفرش الى الركوب على الموحد مرة أخرى ، ويحتمل وقوع هذه الدورة من الاحداث عدد لانهاية له من المرات .

قد يكون رفع الفرش المبكر من فوق الموحد بسبب ضغط اللولب عليها . وفى نوع المحركات التى يكون تجميع حامل الفرش فيها على المنتج ، قد يكون من الضرورى تغيير اللولب . وفى النوع الآخر يصح زيادة الضغط على اللولب باحكام ربط الصامولة .

اذا كانت القضبان الدافعة أطول من اللازم ، يصبح حامل الفرشة على بعد أكبر مما يجب عن الموحد ، فعند البدء يجب أن يكون حامل الفرشة على بعد ١/٣٢ من البوصة تقريبا من الموحد ، ويجب تقصير القضبان الدافعة اذا خرط الموحد على المخرطة . واذا تم تجميع جهاز الطرد المركزى بطريقة غير صحيحة فسوف يؤدى ذلك الى رفع حامل الفرشة فى وقت مبكر .

١١ ـ قصر دائرة المنتج بوساطة العقد : عندما يقصر العقد دائرة المنتج يكون الخطأ فى التجميع . ويمكن اصلاح هذا الخطأ بسهولة بعد الرجوع الى شكل ٣ ـ ٦ واعادة تجميع الأجزاء بالنظام المضبوط ، كما هو مبين بالشكل .

فى المحرك التنافرى ـ البدء ذى الفرش الراكبة يحتمل أن تلتحم قطع جهاز القصر مع الموحد ، أو يحتمل حدوث تماس بين قضبان الموحد والأرض .

١٢ ـ اتساخ عقد الطرد المركزى أو الموحد : اذا كان العقد متسخا أو مكسورا ، أو اذا كان الجزء من الموحد ، الذى يحدث عليه القصر بوساطة العقد ، متسخا ، فان الموحد لن يصبح مقصورا فى الوقت المناسب . وتبعا لذلك فسوف يدور المحرك بطريقة تشبه تلك التى يدور بها محرك ذو قفص سنجابى بقضبان مفتوحة . ومثل هذا المحرك لن يستطيع جر الحمل وسوف يبطىء ، وتزداد سخونته ، كما أنه سوف يصدر ضجيجا . والنوع ذو الفرش المرفوعة سوف يبطىء لدرجة تجعل الفرش تعود الى الركوب على الموحد ، وهذا سوف يؤدى بدوره الى زيادة سرعة المحرك ، ولكن بمجرد ما يوضع عليه الحمل ، يعود الى الابطاء مرة أخرى ، وتتكرر هذه العملية من تلقاء نفسها ، حتى ينفجر المصهر .

والعلاج يكون برفع جهاز القصر باكمله ، ثم تنظيف العقد ، وتغيير بعض الاجزاء لو لزم الامر ، كما يجب تنظيف الموحد تنظيفا تاما .

١٣ ـ عقد القصر مكسور أو لا يعمل على الوجه المضبوط : اذا كان العقد من النوع الذى يتكون من قطع عديدة منفصلة من النحاس ، يربطها

ببعضها طول من السلك يمر في ثقوب في القطع ، فلابد من التأكد من أنه موضوع على حامله ، بحيث تكون الثقوب تجاه الناحية الخلفية للموحد ٠

ويكون لكل قطعة نحاسية شفة يجب أن تكون موضوعة بحيث تتلامس مع الموحد ٠

اذا كان العقد من النوع الذى يتكون من قطعة واحدة ، يكون مصنوعا بحيث يمكن أن ينحنى ٠ ومن المهم جدا أن يكون تركيبه على بكرة العقد بحيث يتلاءم مع استدارة البكرة ٠

واذا كان العقد مكسورا محترقا ، أو مجمعا بطريقة غير مضبوطة ، فقد لا يكون القصر على المنتج كاملا بعد وصونه الى السرعة المطلوبة ٠ وتكون النتيجة أن يعمل المحرك كمحرك تنافرى طول الوقت ، ويكون العلاج بوضع عقد جديد ، أو تجميع العقد بالطريقة المضبوطة ٠

١٤ ـ جهاز الطرد المركزى مجمع بطريقة غير سليمة : اذا كان العقد مجمعا بطريقة تجعله يقصر الموحد دائما ، فان المحرك لن يدور ٠ واذا كان اللولب الخلفى مجمعا بطريقة غير مضبوطة فان الجهاز سوف لا يصبح حر الحركة ٠ واذا كان الشد فى اللولب غير مضبوط ، فان ذلك سوف يؤدى الى رفع الفرش من فوق الموحد أسرع أو أبطأ من اللازم ، والجهاز المجمع بطريقة غير سليمة قد يكون أيضا مفككا ، ويتسبب فى حدوث هذه الحالة أثناء التشغيل ٠

اذا كان الشك يحوم حول جهاز الطرد المركزى ، حله بأكمله ، ونظف كل الأجزاء فيه ، وتأكد من أن كل جزء فى حالة جيدة ، ثم اعد تجميعه على الوجه الصحيح ٠ استعمل شكل ٣ ـ ٦ للتوجيه ٠

١٥ ـ أوزان الطرد المركزى غير حرة الحركة : عندما تلتصق الأوزان المركزية الطاردة ، فان المحرك يعمل كمحرك تنافرى طوال الوقت ، وسوف يصدر ضجيجا ويكون عزم دورانه ضئيلا ٠ فاذا التصقت الأوزان ، عجزت القضبان الدافعة عن العمل ، مما يؤدى الى جعل جهاز القصر غير قابل للتشغيل ٠ وعلاوة على ذلك فان الفرش سوف تظل راكبة على الموحد طول الوقت ٠

١٦ ـ مقدار الشد فى اللولب غير مضبوط : اذا كان الشد فى اللولب

غير كاف ، فسوف يحدث القصر على الموحد عند سرعة منخفضة جدا ، كما أن الفرش سوف ترفع من فوق الموحد بسرعة ، وسوف يؤدى ذلك الى ضعف عزم الدوران الابتدائى ، كما أن المحرك سوف يصبح عاجزا عن الوصول الى السرعة التى ينتقل عندها من حالة تنافرى - البدء الى حالة تأثيرى - الحركة • وقد يكون من اللازم تغيير اللولب ، أو ضبطه على الشد المناسب •

اذا كان الشد فى اللولب أكثر من اللازم ، فسوف لا يرتفع الفرش ، كما ان المنتج سوف لا يصبح مقصورا ، وسيكون من نتيجة ذلك أن يدور المحرك كمحرك تنافرى طول الوقت ، مما يؤدى الى صدور ضجيج منه وحدوث شرارة ، ويكون علاج هذا العيب بضبط الصامولة حتى يحدث الشد المناسب •

١٧ - اتساخ الموحد : تشبه هذه الحالة حالة التصاق الفرش بالحامل ؛ اذ لا يمر التيار فى المنتج • اذا كانت الاقذار على الموحد تمنع الفرش من عمل التماس المطلوب مع الموحد • اذا نشأت هذه الحالة ، فان المحرك سوف يصدر طنينا ، كما يحتمل حدوث شرارة بين الفرش والموحد • والعلاج يكون بتنظيف الموحد بقطعة نظيفة من القماش وبالصنفرة •

١٨ - تآكل الشفة على حامل الفرشة : وجود تآكل فى شفة حامل الفرش يعد سببا عاديا من أسباب الخلل ، وعلى الأخص اذا كان الحامل مصنوعا من المعدن الأبيض • وتتسبب الشفة المتآكلة فى جعل الحامل يهتز ، كما انها تجعل تماس الفرش مع الموحد ضعيفا • والعلاج يكون بتغيير حامل الفرشة •

١٩ - تماس ملفات الأقطاب مع الأرض : اذا كان بملفات الأقطاب تماس أرضى عند نقطة واحدة ، فسوف يصاب العامل بصدمة عند لمس المحرك • فاذا كان الاطار موصلا بالأرض طبقا للتنظيمات القانونية ، فان المصهر سوف ينفجر • وحدوث تماس أرضى عند نقطتين أو أكثر بملفات الأقطاب يكافىء دائرة قصر ويؤدى فى كل الحالات تقريبا الى انفجار المصهر • وقد يصدر المحرك طنينا لفترة قصيرة قبل أن ينفجر المصهر •

٢٠ ـ ارتفاع الميكا عن سطح الموحد : عندما تتآكل قضبان الموحد أكثر من شرائط الميكا التى تفصل بينها ، تنتج حالة ارتفاع الميكا عن سطح الموحد ٠ وارتفاع الميكا لا يسمح للفرش بعمل تماس جيد مع الموحد ، مما يؤدى الى حدوث شرارة ٠ والعلاج يكون بخرط الموحد على المخرطة ثم قطع الميكا الزائدة ٠

الباب الرابع

المحركات ذات الأوجه المتعددة (المتعددة الأوجه)

المحركات ذات الأوجه المتعددة هي محركات تيار متردد ، وتصمم للتشغيل بوجهين و بثلاثة أوجه . وكلا النوعين متشابهان في الصنع ، وانما تختلف فيهما التوصيلات الداخلية للملفات .

المحركات ذات الثلاثة الأوجه (الثلاثية الوجه)

تختلف احجام المحركات ذات الثلاثة أوجه كثيرا ، وتتراوح قدرتها فيما بين كسور من الحصان وعدة آلاف من الأحصنة . هذه المحركات لها خاصية ثبوت السرعة الى حد كبير ، كما انها تصمم بحيث تختلف خواص عزم الدوران في الأنواع المختلفة منها ، فتمتلك بعض المحركات الثلاثية الوجه عزم دوران ابتدائي مرتفع ، ويمتلك بعضها الآخر عزم دوران ابتدائي منخفض . وبعضها يصمم بحيث يسحب تيارا ابتدائيا معتدلا ، وبعضها الاخر يسحب تيارا ابتدائيا كبيرا . وهي تصنع لكل قيم الجهد والتردد القياسية ، وتكون في الغالب محركات مزدوجة الجهد . وتستخدم المحركات الثلاثية الوجه لادارة ماكينات الورش ، والمضخات ، والمراوح ، والأوناش ، والروافع ، والمصاعد ، والهوايات .

تكوين المحرك الثلاثي الوجه : يبين شكل ٤ ـ ١ محركا ثلاثي الوجه ، وهو يتكون من ثلاثة أجزاء رئيسية : العضو الثابت ، والعضو الدائر ، والغطاءان الجانبيان . وهو يشبه في تكوينه محرك الوجه المشطور ، ولكنه لا يحتوى على مفتاح طرد مركزى .

يبين شكل ٤ ـ ٢ العضو الثابت ، وهو يتكون من اطار من الصلب وقلب حديدى من الرقائق ، يشبه نظيره في محركات الوجه المشطور والمحركات التنافرية ، ثم من لف يتكون من وحدات من الملفات موضوعة في المجارى . وقد يكون العضو الدائر من نوع القفص السنجابى أو من النوع الملفوف .

وكلا النوعين يحتــوى على قلب من الرقائق مضـــغوط على العمود • ويبين شكل ٤ ــ ٣ العضو الدائر ذا القفص السنجابى ، وهو يشبه نظيره فى المحرك ذى الوجه المشطور • ويبين شكل ٤ ــ ٤ عضوا دائرا ملفوفا ، وهو يحتوى على ملفات موضوعة على القلب ، ومتصلة بثلاث حلقـــات انزلاق مركبة على العمود •

يربط الغطاءان الجانبيان مع اطار العضو الثابت من الناحيتين بمسامير ذات صواميل ، وهمـــا يحتويان على الكرسيين اللذين يدور فيهما المحور • تستعمل الكراسى ذات « البلى » أو الكراسى ذات « الجلبة » •

تشغيل المحرك الثلاثى الوجه : يكون توصيل الملفات التى فى مجارى العضو الثابت ، بحيث تتكون ثلاث وحدات مستقلة من الملفات ، يطلق عليها الأوجه ، وهى موضحة بشكل ٤ ــ ٥ • ويتم توصيل الأوجه بحيث يتكون مجال مغناطيسى بداخل العضو الثابت ، هو الذى يتسبب فى جعل العضـــو الدائر يلف بسرعة معينة •

اعادة لف المحرك الثلاثى الوجه : تتم عملية اعادة لف محرك ثلاثى الوجه على خطوات متعددة ، كما يأتى :

١ ــ أخـــذ المعـــلومات •
٢ ــ حل الملفـــات •
٣ ــ عزل العضـــو الثابت •
٤ ــ لف الملفـــات •
٥ ــ وضع الملفات فى المجارى •
٦ ــ توصيل الملفات •
٧ ــ اختبار الملفـــات •
٨ ــ الدهان بالورنيش والتحميص •

اخـــذ المعـــلومات

تدون المعلومات الآتيـــة : (١) المعـــلومات التى على لوحـــة التسمية ، (٢) عدد المجارى ، (٣) عدد الملفات ، (٤) نوع التوصيل ، (٥) عدد اللفات فى الملف ، (٦) مقاس الملف ، (٧) خطوة الملف ، (٨) نوع العازل ، (٩) نوع ومقاس السلك •

لوحة معلومات لمحرك متعدد الاوجه

اسم الصانع

القدرة بالحصان	اللفات فى الدقيقة	الفولت	الأمبير
الذبذبات	النوع	الاطار	طريقة صنعه
درجة الحرارة	الطراز	الرقم المسلسل	الوجه

عدد الملفات	عدد المجارى	التوصيل
مقاس السلك	عدد اللفات	عدد المجموعات
الملفات فى كل مجموعة	عدد الأقطاب	خطوة الملف

ويجب تسجيل هذه المعلومات بصورة مستوفاة بما فيه الكفاية ، حتى يتمكن القائم باصلاح المحرك من اعادة لفه بدون اضاعة الوقت ٠

شكل ٤ ــ ٦ يبين مظهر العضو الثابت لمحرك ثلاثى الوجه من أكثر الأنواع شيوعا ٠

لو أمكن شق العضو الثابت وبسط مجموعة المجارى على مستوى أفقى ، فسوف يكون مظهرها كما هو مبين بشكل ٤ ــ ٧ ٠ ويبين شكل ٤ ــ ٨ رسما مبسطا لها ٠ ويتضح من الرسم أن عدد الملفات يساوى عدد المجارى ٠ لذلك يجب عد المجارى وتسجيل العدد ٠ وفى بعض المحركات يكون عدد الملفات نصف عدد المجارى ٠ وهذا النوع يعرف بملفات السلة ٠ وفى هذا الباب سوف نتناول بالبحث المحركات التى تحتوى على عدد من الملفات يساوى عدد المجارى ٠

حل الملفات

يمكن الحصول على الجزء الباقى من المعلومات اللازم أخذها فى أثناء عملية حل الملفات ٠ ويجب تسجيل نوع التوصيل فى العضو الثابت ، قبل رفع الأسلاك منه ٠ ولتحديد نوع التوصيل فى العضو الثابت ، يجب أن تتوافر المعرفة التامة بمختلف أنواع التوصيلات المستعملة فى الأعضاء الثابتة ٠ ومناقشة هذه التوصيلات سوف تأتى مؤخرا فى هذا الباب ٠

تحتوى المحركات الثلاثية الوجه الكبيرة على مجار مفتوحة فى العضو الثابت ، كما هو واضح بشكل ٤ ـ ٩ أ ٠ وفى هذا النوع من المحركات ، يلزم فقط رفع الخوابير التى تقفل المجارى ، واخراج الملفات ، كل على حدة ٠ وتحتوى الأعضاء الثابتة الصغيرة والمتوسطة الحجم على مجار نصف مقفلة ، كما يظهر فى شكل ٤ ـ ٩ ب ، وحل الملفات فى مثل هذه الحالة يكون أكثر صعوبة ولما كانت الملفات صلبة نتيجة تحميصها ، فانه يصبح من اللازم فى معظم الحالات قطعها على أحد جانبى العضو الثابت ، وسحب الأسلاك من الناحية الأخرى (انظر شكل ٤ ـ ١٠) ٠ ويؤدى توجيــه لهب بورى على الملفات أو تسخينها فى فرن الى تليين المادة العازلة ، مما يسهل عملية الحل ٠

يجب الاحتفاظ بأحــد الملفات لكى نحصل منــه على مقاسات الملفات الجديدة ٠ وفى أثناء حل الملفات يجب تسجيل خطوة الملفات ، وعدد اللفات فى كل ملف ، ومقاس الملف ، ونوع ومقاس السلك ٠

من المهم جدا قياس الحيز الجانبى للملفات قبل رفعها من المجارى ٠ هــذه المسافة يجب تسجيلها ، وملاحظة أن الملفات الجديدة لا تمتد خارج المجارى مسافة أكبر منها ٠

عزل العضــو الثابت

عند استبدال العازل فى العضو الثابت يستعمل نفس النوع والكمية الموجــودة فى المجارى وقت حل الملفات ٠ ويقطع الورق العــازل بآلة لقطع الورق على المقاس المضبوط ، ثم يشكل لكى يلائم جوانب المجارى ٠ وتستعمل كثير من المحلات آلة صغيرة لهذا الغرض يطلق عليها مشكل العازل ٠

لف الملفــات

عند فحص ملف مأخوذ من عضو ثابت ، يتضح أن له ستة جوانب ، كما يظهر فى شكل ٤ ـ ١١ ٠ ويطلق على هذا النوع الملف الماسى ، كما أن اللف يطلق عليه لف بالملفات المنسية ٠ فى المحرك الثلاثى الوجه الكبير تكون المجارى عموما مفتوحة ، وتكون الملفات عادة ملفوفة بالشريط لفا كاملا ، كما يظهر فى شكل ٤ ـ ١١ ٠ ويســتعمل غالبا شريط من قماش قطنى لهذا الغرض ، ولو أنه يفضل الكامبرك المدهون بالورنيش والميكا فى المحركات الكبيرة ٠

تكون المجارى عموما نصف مقفلة فى المحركات المتوسطة الحجم (حتى ٥٠ حصانا) وفى مثل هذه المحركات لا يمكن لف الملفات بالشريط لفــا

كاملا لأن انزال الملف فى المجرى يستلزم فى الغالب ادخال لفاته واحدة فواحدة من فتحة المجرى • ويلف بالشريط الجزء من الملف الذى يمتد على جانبى المجارى فقط ، وشكل ٤ ـ ١٢ يبين ملفا من هذا النوع • وفى كثير من المحلات لا يلفون الملفات بالشريط على الاطلاق ، وانما يربطونها بالخيط على الجانبين لكيلا تنحل • وفى المحرك الثلاثى الوجه الذى قدرته كسر من الحصان لا تلف الملفات بالشريط بسبب صغر حجمها (انظر شكل ٤ ـ ١٣) •

يمكن عمل ملفات المحركات الصغيرة على شكل مستطيل ، ثم تحول الى الشكل الماسى بوساطة شدها عند المنتصف فى جانبين متقابلين ، كما يظهر فى شكل ٤ ـ ١٤ • تلف الملفات على ضبعات تؤخذ أبعادها من الملف القديم • وشكل ٤ ـ ١٥ يبين طريقة الحصول على الشكل الماسى بدق ستة مسامير ، أو ما يشبهها ، على قطعة من الخشب ، واذا ثنيت المسامير كما يظهر فى الشكل ، أمكن رفع الملف بسهولة ، ويمكن تثبيت الضبعة على محور يدور باليد أو بمحرك فى أثناء عملية اللف •

اللف الجماعى

تستعمل طريقة اللف على ضبعة أيضا فى المحركات الكبيرة • والطريقة المعتادة ، وهى التى يطلق عليها اللف الجماعى ، تكون بلف عدة ملفات قبل قطع السلك • ويبين شكل ٤ ـ ١٦ ضبعة لف خاصة لهذا الغرض • يلف السلك حول ست عجلات مركبة على محاور • وترفع هذه العجلات لكى يمكن أخذ الملفات الجاهزة من الضبعة • وتوجد أنواع أخرى متعددة من الضبعات ، ولكن التى تستعمل منها تماثل تقريبا الطريقة المذكورة فى التكوين • يقتصر استخدام الملفات الجماعية اللف تقريبا على المحركات المتعددة الأوجه الصغيرة والمتوسطة الحجم • وشكل ٤ ـ ١٦ يبين ثلاثة ملفات جماعية اللف •

يستعمل نوعا الملفات المبينة حتى الآن فى الأعضاء الثابتة التى تحتوى على مجار نصف مقفلة • وتتوقف مسألة لف هذه الملفات بالشريط ، أو عدم لفها ، على القائم بلفها • فاذا لم تلف الملفات بالشريط ، يوضع عازل من الكامبرك المدهون بالورنيش عادة بين الملفات عند ادخالها فى المجارى • ومن الضرورى وضع عازل بين ملفات الأوجه المختلفة ، وسوف نعود الى شرح هذه الفقرة فيما بعد •

تحتاج الملفات ، التى تعد للأعضاء الثابتة ذات المجارى المفتوحة ، الى ضبعة خاصة ، ويجب لفها بحيث تتلاءم مع شكل المجرى • فيجب

أن تكون جوانبها مربعة أو مستطيلة • وتلف مثل هـــذه الملفات بالشريط لفا كاملا •

تتكون الضبعة لهذا النوع من الملفات من قطعـة مركزية مصـــنوعة من الخشب أو الفبر ، مشكلة كما يظهر فى (أ) من رسومات شكل ٤ ــ ١٧ ، ومن قطعتين جانبيتين ، مربوطتين عـــلى جانبى القطعة المركزية ، مهمتهما حفظ شكل الملف فى أثناء عملية اللف • وتدور الضبعة على عمود ، وتنتظم لفات الملف فى طبقات • بعد اتمام الملف ، يربط بالخيط عند نقط متعددة ، وذلك حتى يمكن حفظ اللفات معا • ثم يشكل الملف بعد ذلك بوساطة مكعبات الشـــد ويلف بالشريط • واســـتعمال مكعبات الشد مبين عند (ب) من شكل ٤ ــ ١٧ • ويمكن تغطية الملف بالشريط أولا ، ثم تشكيله ، ويتوقف ذلك على خبرة المحل فى هذا الشأن • وقد يتم التشكيل أيضا بوساطة آلة للتشكيل •

اذا أردنا تغطية ملف بالشريط بعد لفه ، فانه يمكن استخدام الطريقة الآتية : ابدأ لف الشريط بجوار الطرف النهائى للملف ، كمـا يظهـر فى شكل ٤ ــ ١٨ • استمر باللف حول الملف حتى تصل الى الطرف الثانى • تأكد من أن كل لفة من الشريط تغطى جانبا من اللفة التى قبلها ، ويجب أن يكون مقدار التغطية مساويا لنصف عرض الشريط •

غط الطرف الثانى بالشريط وكذلك الغلاف الذى عليـه لمسافة تقرب من بوصة واحدة • استمر فى تغطية الملف بالشريط حتى تصل الى الطرف الأول • غط هـذا الطرف بالشريط لمســافة تقرب من بوصة حتى تصل الى نقطة البداية • اربط بالشريط أو بالدوبار •

تغطى ملفات المجارى المقفلة نصفيا بالشريط بطريقة مشابهة ، فيما عدا أن الأجزاء الظرفية فقط هى التى تلف بالشريط ، أما الجزء من الملف الذى يدخل فى المجـرى ، فانه يترك بدون تغطية • وتغطى الملفـــات بالشريط بوساطة اليد ، أو بوساطة آلات لف الشريط ، أو بوساطة قاذفات الشريط اليدوى •

وضـــع الملفـات فى المجـارى

تنزل الملفات فى المجارى النصف مقفلة عن طريق ادخال لفاتها واحدة بعد واحدة • وتغطى الاجزاء الطرفية بالشريط فى بعض الاحيان بعد وضع الملف فى المجرى •

استعمل الطريقة الآتية : افرد اللفات كما تفرد المروحة على أحد جانبى الملف ، وامسك بالملف على زاوية بحيث يمكن انزال كل اللفات فى المجرى • شكل ٤ ــ ١٩ يبين هذه الطريقة • تأكد من أن كل لفة قد وضعت بداخل

العازل ، اذ يحتمل فى بعض الأحيان نزول الأسلاك بين العازل والقلب الحديدى خطأ ، فيؤدى ذلك الى حدوث تماس أرضى ٠

اسحب جانب الملف فى داخل المجرى حتى تستقر كل اللفات فيه ٠ لا يزال الجانب الآخر للملف باقيا فى الخارج كما هو مبين بشكل ٤ ــ ٢٠ ٠ لاحظ أن جانب الملف يحتل نصف مجرى ٠

استمر فى العملية بأن تضع أحد جانبى الملف التالى فى المجرى الذى يلى الاول ، كما يظهر فى شكل ٤ ــ ٢١ ٠ توضع الملفات التالية بنفس الطريقة حتى يصبح فى المجارى التى تقع فى حدود خطوة الملف جانب واحد من كل ملف ويترك الجانب الآخر لكل ملف فى الخارج الى أن يشتغل النصف الأسفل من كل مجرى بواسطة جانب ملف ٠ ثم يوضع الجانب الثانى لكل ملف فوق الجانب الأول لملف آخر على بعد عدة مجار ، على حسب خطوة الملف ٠

فى هذه الطريقة يكون أحد جانبى كل ملف فى النصف الأسفل من مجرى ، على حين يكون الجانب الآخر لنفس الملف فى النصف الأعلى من مجرى آخر ، على بعد عدة مجار ، وذلك على حسب خطوة الملف ٠ يكون عدد اللفات التى يترك الجانب العلوى منها بالخارج عادة أكثر بواحد أو اثنين من خطوة الملف ، ولا توضع فى المجارى حتى يتم لف العضو الثابت تقريبا ٠ تأكد من أن كل ملف يمتد على جانبى المجرى من الناحيتين ، وأنه ليس محشورا فى القلب الحديدى عند الجوانب ٠ شكل ٤ ــ ٢٢ يبين الحالتين ٠ وفى نوع ملفات السلة يحتل كل جانب ملف مجرى بأكمله ٠

قبل وضع الجانب الثانى لكل ملف يجب عزله عن جانب الملف الموجود فى المجرى من قبل ٠ وللعزل بين جانبى الملف فى نفس المجرى ، تتبع الطريقة المبينة بشكل ٤ ــ ٢٣ فى كل من حالتى المجارى المفتوحة والنصف مقفلة ٠

شكل ٤ ــ ٢٤ يبين طريقة أخرى للعزل بين الملفات فى نفس المجرى ٠ ضع شريطا سمكه ٠٫٠٢٠ من البوصة من ورق أرمو أو خابور فبر فوق الملفات السفلية فى المجرى ٠ اقطع الورق بحيث يصبح أعرض من المجرى بما يقرب من ١/٤ بوصة ، وبذلك يغطى الورق الملف تغطية كاملة من فوق وتغطية جزئية على الجانبين ٠ ويجب قطع الشريط بحيث يمتد أيضا على جانبى الملف بما لا يقل عن نصف بوصة ٠

توصيل المحرك الثلاثى الوجه : نستعرض فيما يلى مناقشة حالة محرك ذى أربعة أقطاب يحتوى على ٣٦ ملفا ، ونبين طريقة توصيله كمحرك ثلاثى الوجه ٠

كل المحركات الثلاثية الأوجه تلف بعدد من الملفات ، ويكون هذا العدد عادة مساويا لعدد المجارى · وتلف هذه الملفات بطريقة ينتج عنها ثلاث وحدات منفصلة من الملفات ، يطلق عليها الأوجه ، ويجب أن يحتوى كل منها على نفس العدد من الملفات · وبذلك يكون عدد الملفات فى كل وحدة مساويا لثلث عدد ملفات العضو الثابت ·

وعلى ذلك ، ففى المحرك الثلاثى الوجه الذى يحتوى على ٣٦ ملفا ، يكون فى كل وجه ١٢ ملفا · ويطلق على هذه الأوجه عادة الوجه أ ، والوجه ب ، والوجه جـ ·

القاعدة الأولى

لكى تحصل على عدد الملفات فى كل وجه ، اقسم العدد الكلى للملفات فى المحرك على عدد الأوجه ·

مثال : $\frac{\text{٣٦ ملفا}}{\text{٣ أوجه}}$ = ١٢ ملفا بكل وجه ·

ترتب الأوجه فى جميع المحركات الثلاثية الوجه اما بتوصيلة النجمة أو بتوصيلة الدلتا ·

فى المحرك الثلاثى الموصل نجمة توصل الأطراف النهائية للأوجه الثلاثة معا ، وتوصل الأطراف الابتدائية لكل وجه الى الخط · ويبين شكل ٤ ــ ٢٥ توصيلة النجمة · ونتيجة للشكل المتكون من تمثيل الأوجه على الرسم يطلق على هذه الدائرة أيضا توصيلة Y ·

وفى توصيلة الدلتا يوصل الطرف النهائى لكل وجه الى الطرف الابتدائى للوجه الذى يليه · شكل ٤ ــ ٢٦ يبين الطرف النهائى للو متصلا مع الطرف الابتدائى للوجه ب ، والطرف النهائى للوجه ب متصلا بالطرف الابتدائى للوجه جـ ، ثم الطرف النهائى للوجه جـ متصلا بالطرف الابتدائى للوجه أ ، ومن كل توصيلة يخرج سلك يوصل الى الخط · وفى طريقة أخرى توصل نهاية أ بابتداء جـ ، ونهاية جـ بابتداء ب ، ونهاية ب بابتداء أ ·

الأقطـــاب

توصل الملفات فى المحرك الذى نناقشه بحيث تنتج أربعة أقطاب ، وعلى ذلك ففى المحرك ذى الأربعة الأقطاب ، الذى يحتوى على ٣٦ ملفا ، يكون كل قطب محتويا على ٩ ملفات ، كما هو موضح تخطيطيا فى شكل ٤ ــ ٢٧ ·

القاعدة الثانية

لايجاد عدد الملفات فى كل قطب ، اقسم العدد الكلى للملفات على عدد الأقطـــاب ·

مثال : ٣٦ ملفا / ٤ أقطاب = ٩ ملفات لكل قطب

يظهر شكل الملفـات للعين كما هو مبين فى شكل ٤ ـ ٢٨ · ولتبسيط عملية التوصيل ، يحذف كل ملف من الرسم بحيث يتبقى طرفا توصيله فقط كما هو مبين · وشكل ٤ ـ ٢٩ يبين مثل هذا الرسم المبسط ·

المجموعات

تعرف المجموعة بأنها عدد محدد من الملفات المتجاورة متصلة على التوالى· ويوجد فى جميع المحركات الثلاثية الأوجه دائما ثلاث مجموعات فى كل قطب ، واحـدة من كل وجه ، اى مجموعة من الوجـــه أ ، ومجموعة أخرى من الوجه ب ، ومجموعة ثالثة من الوجه جـ ·

وعلى ذلك ، فاذا كان فى القطب تسعة ملفات ، يجب أن يكون فى كل مجموعة ثلاثة ملفات · ويطلق على هذا القسم من الملفات الثلاثة غالبا مجموعة قطب ـ وجه · يبين شكل ٤ ـ ٣٠ ثلاث مجموعات فى قطب واحد ·

وتصل الملفـات فى أى مجموعة دائما على التوالى ، وشكل ٤ ـ ٣١ يوضح ذلك · فى هذه الحالة نجد نهاية الملف ١ موصلة ببداية الملف ٢ ، وكذلك نهاية الملف ٢ موصلة ببدايه الملف ٣ · وتكون بداية الملف ١ ونهاية الملف ٣ هما طرفا المجموعة للتوصيل مع الملفات الأخرى · ويبين شكل ٤ ـ ٣٢ منظرا آخر لنفس طريقة التوصيل ·

توصل الملفات فى مجموعة عندما يكون كل منها ملفوفا على حدة · أما فى حالة الملفات التى تكون ملفوفة بطريقة اللف الجماعى ، فان المجموعات تتكون بطريقة آلية بطبيعة نوع اللف ، كما هو مبين بشكل ٤ ـ ١٦ ·

توصيل الملفات فى مجموعات · عندما يكون عدد الملفات فى كل مجموعة معروفا ، يمكن توصيل الملفـات فى مجموعات ، كما هـو مبين فى الرسم بشكل ٤ ـ ٣٣ ·

القاعدة الثالثة :

لايجاد عدد المجموعات بطريقة سهلة نضرب عدد الأقطاب فيعدد الأوجه، ففى المحرك الذى نناقشه ، على سبيل المثال : ٤ أقطاب × ٣ أوجه = ١٢ مجموعة ، أوالمجموعات = الأقطاب × الأوجه .

اذا كان عدد المجموعات معروفا ، فمن السهل ايجاد عدد الملفات فى كل مجموعة .

القاعدة الرابعة :

عدد الملفات فى كل مجموعة يساوى العدد الكلى للملفات في المحرك مقسوما على عدد المجموعات .

$$\text{عدد الملفات لكل مجموعة} = \frac{\text{عدد الملفات كلها}}{\text{عدد المجموعات}} = \frac{٣٦}{١٢} = ٣$$

عند توصيل محرك ثلاثى الوجه ، يجب ايجاد عدد المجموعات اولا ، ثم حساب عدد الملفات فى كل مجموعة . فمثلا ، محرك ثلاثى الوجه ، ذو ستة أقطاب ، ويحتوى على ٥٤ ملفا ، سوف يحتوى على ٣ أوجه × ٦ اقطاب أو ١٨ مجموعة ، وحينئذ فان ٥٤ ملفا ÷ ١٨ مجموعة يساوى ثلاثة ملفات لكل مجموعة .

توصيلة النجمة :

يمكن الآن توصيل ملفات المحرك ، ولنفرض أنه توصيلةنجمة ، ذوأربعة أقطاب ، ويحتوى على ٣٦ مجرى . تكون الطريقة كما يلى :

١ ـ صل الملفات فى مجموعات . يوجد فى كل مجموعة ثلاثة ملفات ، وتوصل ملفات كل مجموعة مع بعضها على التوالى . وشكل ٤ ـ ٣٣ يبين ذلك . اذا كانت الملفات جماعية التوصيل ، فانها تكون متصلة ببعضها من قبل .

٢ ـ صل مجموعات الوجه أ معا ، كما هو مبين بشكل ٤ ـ ٣٤ ، ويجب توصيل المجموعات بحيث يمر التيار فى المجموعة الأولى بالوجه أ فى اتجاه عقربى الساعة ، وفى المجموعة الثانية بالوجه أ فى عكس اتجاه عقربى الساعة، وهكذا . وسوف ينتج عن ذلك توليد أقطاب تختلف من شمالى الى جنوبى بالتتالى .

تعمل وصلة مفتولة مع طرف مرن (مطاوع) من السلك عند ابتداء الوجه أ ، وتؤخذ الى خارج المحرك . وتوصل نهاية الوجه أ فيما بعد مع نهايتى الوجهين ب ، ج ، ثم تلف بالشريط .

٣ ـ صـل ملفـات الوجـه جـ مثل الوجـه أ بالضبط · لتبسيط التوصيلات ، دع جانبا الوجه ب · شكل ٤ ـ ٣٥ يبين توصيلات الوجه جـ ·

٤ ـ صل الوجه ب بنفس الطريقة التى وصل بها الوجهان أ ، جـ · فى شكل ٤ ـ٣٦ يظهر أن ابتداء الوجه ب يبدأ عند المجموعة الخامسة · هذا النوع من التوصيل حيث تتخطى مجموعة لكى يمكن البدء فى توصيل الوجه التالى يطلق عليه التوصيل بطريقة المجموعة المتخطاة · فى شكل ٤ ـ ٣٦ تشير الأسهم فى كل مجموعة الى اتجاهات متضادة · أى ان السهم الأول يشير فى اتجاه عقربى الساعة ، والثانى فى عكس اتجاه عقربى الساعة ، والثالث فى اتجاه عقربى الساعة ، والرابع فى عكس اتجاه عقربى الساعة · وهذه احدى الطرق لمراجعـة التوصـيلات ، والتأكد من أن القطبيـة صحيحة فى كل المجموعات المختلفة ·

ولتبسيط هـذه الرسومات يمكن تمثيل كل مجموعة بمستطيل ، كما يظهر فى شكل ٤ ـ ٣٧ وهى ترتب عادة على شكل دائرى ، كما يظهر فى شكل ٤ ـ ٣٨ ·

فى هذه الأشكال نرى أن الأسهم التى على أطراف الخط تشير كلها فى اتجاه واحد · وفى الحقيقة يمر التيار فى احدى اللحظات بحيث يكون داخلا عند أحد أطراف الخط ، وخارجا من الطرفين الآخرين ، وفى اللحظة التالية يكون داخلا عند طرفين ، وخارجا من الطرف الثـالث · للتأكد من صحة التوصيلات سوف ترسم الأسهم مشيرة الى الداخل · فى كل الأشكال التى مثلت الآن نجد السهم فى الوجه ب ، أو الوجه المتوسط ، مرسوما فى عكس اتجاه السهمين فى الوجهين الآخرين · بهذا يمكن مراجعة صحة التوصيلات فى المحركات الثلاثية الوجه ·

شكل ٤ ـ ٣٩ يبين رسما تخطيطيا لمحرك نجمة بالتوالى ، ذى ثلاثة أوجه وأربعة أقطاب · يتكون كل وجه فى هذا الرسم من أربع مجموعات ، وهذا العدد يحدد الأقطاب فى المحرك ، فاذا كان فى كل وجه أربع مجموعات ، فهو محرك ذو أربعة أقطاب · بالنظر الى الرسم التخطيطى يصبح من الممكن معرفة عدد الأقطاب فى المحرك ، وذلك بحساب عدد المجموعات فى كل وجه ·

تشير نقطة النجمة الى أنه محرك بتوصيلة نجمة ، كما يظهر من الرسم أيضا أن المجموعات فى الرسم متصلة على التوالى ، وعلى ذلك فان الرسم التخطيطى يشير الى أن المحرك ثلاثى الوجه ، ذو أربعة أقطاب بتوصيلة نجمة على التوالى ·

توصيلات الدلتا :

سوف تكون الخطوة التالية توصيل نفس المحرك بحيث يكون بأربعة أقطاب ، وبتوصيلة الدلتـــا على التوالى • ولكى يتيسر فهم هـــذه الطريقة بصورة واضحة ، يستحسن دراسة الرسم التخطيطى فى شكل ٤ ــ ٤٠ قبل عمل التوصيلات • وهذا الرسم يبين أن المجموعات متصلة على التوالى ، وحيث أن عدد المجموعات فى كل وجه أربع أيضا ، فهو محرك ذو أربعة أقطاب • وبما أنه لا يوجد نقطة نجمة ، كما أنه موصل بضم نهاية الوجه أ الى بداية الوجه ج ، وهكذا ، فهو بتوصيلة الدلتا • وعلى ذلك فهذا محرك ثلاثى الوجه ، ذو أربعة أقطاب ، بتوصيلة دلتا على التوالى •

وكما هى الحال فى توصيلة النجمة ، تكون الخطوة الأولى بتوصيل الملفات فى مجموعات ، وحيث أن هذا المحرك ثلاثى الوجه ، ذو أربعة أقطاب ، فسوف يحتوى على ٣ أوجه × ٤ أقطاب = ١٢ مجموعة بكل منها ٣ ملفات• وليس من الضرورى بيان شكل كل ملف على حدة ، حيث قد تم شرح هذه المسألة فى رسومات توصيلة النجمة • كل مجموعة تحتوى على ثلاثة ملفات متصلة على التوالى • ويستحسن عند عمل هذه الرسومات وضع الحروف المميزة للوجه فوق المجموعة ، ووضع السهم تحت المجموعة • الخطوة التالية تكون بتوصيل مجموعات الوجه أ بحيث تعطى القطبية المضبوطة • كما هو مبين بشكل ٤ ــ ٤١ • ارسم السهم الأول فى اتجاه عقربى الساعة ، والسهم الثانى فى عكس اتجاه عقربى الساعة ، والسهم الثالث فى اتجـــاه عقربى الساعة ، والسهم الرابع فى عكس اتجاه عقربى الساعة •

١ ــ صل الوجه أ بنفس الطريقة كما فى توصيلة النجمة •

٢ ــ صل الوجـــه ج حيث يعطى القطبية المضبوطة ، كما فى شكل ٤ ــ ٤٢ • توصل المجموعات بحيث يمر التيار داخلا المجموعات فى اتجاه الأسهم • صل نهاية الوجه أ ببداية الوجه ج • وللمراجعة على القطبية تأكد من أن كل الأسهم على أطراف الخط تشير فى نفس الاتجاه •

٣ ــ استمر بأن تصل نهاية الوجه ج ببداية الوجه ب ، وهذه التوصيلات مبينة فى شكل ٤ ــ ٤٣ • عند تتبع هذا الرسم ابدأ عند بداية الوجـه أ وتتبع التيار خلال هذا الوجه حتى بداية الوجه ج ، وخلال الوجه ج ، وأخيرا خلال الوجه ب حتى بداية الوجه أ •

حيث ان الملفات والمجمـــوعات مرتبة على محيط دائرة ، فان الرسم فى شكل ٤ ــ ٤٤ يبين وضعها الحقيقى فى المحرك •

طريقة توصيل المحرك نجمة أو واحدة ، الا فيما يختص بالنقطة التى توصل عندها نهايات الاوجه ، ففى حالة توصيلة النجمة توصل نهايات الاوجه معا لعمل نقطة النجمة ، أما فى توصيلة الدلتا ، فتوصل نهاية كل وجه ببداية وجه آخر ٠

توصيلات النجمة والدلتا المبينة حتى الآن قد وصلت حسب طريقة المجموعة المتخطاة ٠ ويمكن توصيل هذه المحركات بدون تخطى أى مجموعة ٠ شكل ٤ ــ ٤٥ يبين توصيلة نجمة ، وفيها وصلت الاوجه أ ، ب ، ج بنفس هذا الترتيب ٠

وعلى الرغم من أن هذه التوصيلة تماثل تقريبا التوصيل بطريقة المجموعة المتخطاة ، فان معظم القائمين باللف والاصلاح يفضلون هذه الطريقة الاخيرة لسهولتها فى التوصيل ٠

التوصيلات على التوازى

تصمم معظم المحركات الثلاثية الوجه بحيث يكون لكل وجه دائرتان أو طريقان يمر فيهما التيار ، ويطلق عليها التوصيلات الثنائية الدائرة ، أو الثنائية على التوازى ٠ وللمقارنة يبين شكلا ٤ ــ ٤٦ ، ٤ ــ ٤٧ رسمين تخطيطيين لتوصيلة نجمة على التوالى وتوصيلة نجمة ثنائية على التوازى ، وتوصيل المجموعات على التوازى فى كل وجه يجعل التيار يمر فى طريقين ٠ وشكل ٤ ــ ٤٨ يوضح رسما بالمستطيلات للوجه أ فى توصيلة نجمة ثنائية على التوازى : ومبين فيه المجموعات ٠ أبدأ بتوصيل أحد أسلاك الخط الى المجموعتين ١ ، ٣ من الوجه أ ٠ استمر كما هو مبين بالرسم ٠ بعد توصيل الوجه أ ، صل الوجه ج كما هو مبين بالشكل ٤ ــ ٤٩ ٠ والى هنا تكون أربعة أطراف قد وصلت الى نقطة النجمة ٠ وشكل ٤ ــ ٥٠ يبين رسما كاملا لتوصيلة نجمة ثنائية على التوازى لمحرك بأربعة أقطاب وثلاثة أوجه ٠ شكل ٤ ــ ٥١ يبين الرسم على شكل دائرى لنفس المحرك ٠

طريقة التعرف على نوع التوصيل

سبقت الاشارة الى أن تحديد نوع التوصيلات على محرك ثلاثى الوجه ، أثناء حل ملفاته ، أمر هام جدا ، ويستوجب دراية بطرق التوصيلات المختلفة ٠ وتحتاج احدى الطرق السهلة فى أخذ المعلومات عن التوصيل الى أن القائم باللف أو الاصلاح يتصور فى ذهنه الرسم التخطيطى لكل نوع من المحركات ٠

عد أولا عدد المجموعات الموصلة الى كل طرف للخط ، فمثلا فى شكل ٤ ـ ٥٢ ، الذى يبين توصيلة نجمة على التوالى ، نجد أن كل طرف من أطراف الخط موصل الى مجموعة واحدة ، وهذا لا يحدث فى أى توصيلة أخرى للمحركات .

اذا كان كل طرف من أطراف الخط موصل الى مجموعتين ، يمكن الحكم بأن التوصيل اما دلتا على التوالى ، أو نجمة ثنائى على التوازى ، وشكل ٤ ـ ٥٣ يبين كلا من الدائرتين . ولتمييز توصيلة النجمة الثنائية على التوازى ، ابحث عن نقطة النجمة ، حيث توصل أطراف ست مجموعات معا ، فاذا تعذر الحصول عليها ، فلابد وأن التوصيلة دلتا على التوالى . وفى بعض الأحيان يوجد نقطتا نجمة ، يوصل عند كل منها أطراف ثلاث مجموعات معا .

اذا كان كل طرف من أطراف الخط متصلا بثلاث مجموعات ، كما هو مبين بشكل ٤ ـ ٥٤ ، فلا يمكن أن يكون توصيل المحرك سوى نجمة ثلاثية على التوازى ، ولا يوجد أى نوع آخر بهذا الشكل .

اذا كان كل طرف من أطراف الخط يتصل بأربع مجموعات ، كما هو مبين فى الدائرتين بشكلى ٤ ـ ٥٥ ا ، ٤ ـ ٥٥ ب ، فقد تكون توصيلة المحرك اما دلتا ثنائية على التوازى ، أو نجمة رباعية على التوازى . وتكون التوصيلة نجمة رباعية على التوازى اذا وجدت نقطة نجمة تتصل عندها أطراف أثنتى عشرة مجموعة . تبين هذه الأمثلة أنه اذا أمكن تصور الرسم التخطيطى فى الذهن ، يصبح من السهل معرفة نوع التوصيل .

يمكن استخدام عدة طرق مختلفة لتحديد عدد الأقطاب : اذا كانت سرعة المحرك معروفة ، فانه يصبح من السهل ايجاد عدد الاقطاب ، حيث أنه توجد علاقة ثابتة بين قيمة السرعة وعدد الاقطاب فى المحرك الثلاثى الوجه ، وقد شرح ذلك فى نهاية الباب الأول . وعلى ذلك فاذا كانت السرعة المسجلة على لوحة التسمية هى ١٧٢٥ لفة فى الدقيقة ، فهو محرك ذو أربعة أقطاب ، واذا كانت ١١٥٠ لفة فى الدقيقة ، فهو محرك ذو ستة أقطاب ، وهكذا .

طريقة أخرى لتحديد عدد الاقطاب تكون بحساب عدد المجموعات ، وقسمة هذا العدد على عدد الأوجه ، فاذا وجدت ١٢ مجموعة ، مثلا ، اقسم ١٢ على ٣ أوجه ، فتكون النتيجة ٤ أقطاب . وتسهل معرفة المجموعات ، لان لكل مجموعة طرفين بارزين .

طريقة أخرى تكون بعد عدد الوصلات البارزة · فمثلا ، اذا وجد أن المحرك موصل نجمة ثنائية على التوازى ، وتوجد ست وصلات ، دل هذا على أنه محرك بأربعة أقطاب ، وموصل كما فى شكل ٤ ــ ٥٦ · تشير الاعداد فى هذا الرسم الى الوصلات ·

توصيل المحركات الثلاثية الوجه للعمل على جهدين

تصنع المحركات الثلاثية الوجه بحيث يمكن توصيلها للتشغيل على أحد جهدين · والغرض من عمل المحرك بجهدين هو التمكين من استعمال نفس المحرك فى المناطق التى يختلف فيها جهد خط القدرة ·

ويمكن فى العادة توصيل الاطراف التى تخرج من المحرك بحيث تصبح توصيلته على التوالى فى حالة الجهد المرتفع ، وثنائية على التوازى فى حالة الجهد المنخفض ·

يبين شكل ٤ ــ ٥٧ أربعة ملفات ، عند توصيلها على التوالى يمكن استخدامها على ينبوع قدرة ، تيار متردد ، ٤٤٠ فولت ، فيأخذ كل ملف ١١٠ فولت · فاذا وصلت الملفات الاربعة ثنائية على التوازى الى خط قدرة ، ٢٢٠ فولت ، كما هو مبين بشكل ٤ ــ ٥٨ ، فما زال كل ملف يأخذ ١١٠ فولت · ويبين شكل ٤ ــ ٥٩ طريقة ثالثة لتوصيل الملفات الاربعة ، وهى توصيلة رباعية على التوازى لتشغيل المحرك على ١١٠ فولت ، وما زال كل ملف يأخذ فيها ١١٠ فولت · وعلى ذلك فان الملف يأخذ نفس الجهد ، بصرف النظر عن جهد الخط · وهذا هو المبدأ المستعمل فى كل الآلات الثنائية الجهد · وعلى هذا ، اذا كانت أربعة أطراف خارجة من محرك ذى وجه واحد مصمم للتشغيل على ٤٤٠ فولت ، ٢٢٠ فولت ، ، فان من الممكن توصيله بدون مشقة على أحد الجهدين · وشكل ٤ ــ ٦٠ يبين التوصيل على التوالى للتشغيل على ٤٤٠ فولت ، وشكل ٤ ــ ٦١ يبين التوصيل على التوازى للتشغيل على ٢٢٠ فولت ·

ويبين شكل ٤ ــ ٦٢ محركا ثلاثى الوجه ذا أربعة أقطاب بتوصيلة نجمة ، ومطبقا عليه مبدأ تقسيم الجهد بين الملفات ، فهو بتوصيلة نجمة على التوالى للاستعمال على ٤٤٠ فولت ، وعند استعماله على خط بجهد ٢٢٠ فولت يوصل ثنائى على التوازى ، كما هو موضح بشكل ٤ ــ ٦٣ · وشكل ٤ ــ ٦٤ يبين توصيلة أخرى يستعمل فيها نقطتا نجمة ، وكل من الرسمين صحيح ·

توصيل محرك نجمة ثنائي الجهد

يوجد بالمحركات الثلاثية الوجه ، الثنائية الجهد ، عادة تسعة أطراف خارجة من المحرك ، كما هو مبين بشكل ٤ — ٦٥ • وللتوصيل على الجهد العالي ، توصل المجموعات على التوالي ، كما هو واضح بالرسم • استعمل الطرق الآتية : صل الطرفين ٦ ، ٩ وغطهما بالشريط • صل الطرفين ٤ ، ٧ وغطهما بالشريط • صل الطرفين ٥ ، ٨ وغطهما بالشريط • صل الاطراف ١ ، ٢ ، ٣ الى الخط الثلاثي الوجه •

ولتوصيل نفس المحرك على الجهد المنخفض ، توصل المجموعات ثنائيا على التوالي ، كما هو مبين بشكل ٤ — ٦٦ • استعمل الطريقة الآتية : صل الطرف ٧ بالطرف ١ ثم صلهما بطرف الخط ١ • صل الطرف ٨ بالطرف ٢ ثم صلهما بطرف الخط ٢ • صل الطرف ٣ بالطرف ٩ ثم صلهما بطرف الخط ٣ • صل الاطراف ٤ ، ٥ ، ٦ معا لتكوين نقطة نجمة خارجية •

توصل محركات الدلتا أيضا للتشغيل على جهدين ، ويبين شكل ٤ — ٦٧ رسما تخطيطيا لتوصيلتي الجهد العالي والجهد المنخفض • للتشغيل على الجهد العالي : صل الطرف ٤ بالطرف ٧ ، وصل الطرف ٥ بالطرف ٨ ، وصل الطرف ٦ بالطرف ٩ ، ثم صل الاطراف ١ ، ٢ ، ٣ كلا بأحد أطراف الخط •

للتشغيل على الجهد المنخفض : صل الاطراف ١ ، ٧ ، ٦ الى طرف الخط أ ، وصل الاطراف ٢ ، ٤ ، ٨ الى طرف الخط ب ، ثم صل الاطراف ٣ ، ٥ ، ٩ الى طرف الخط جـ •

شكل ٤ — ٦٨ يبين رسما خطيا أو بالمستطيلات لمحرك ذي أربعة أقطاب ثنائي الجهد بتوصيلة نجمة ، وهو موصل بنفس الطريقة التي شرحت مع المحرك المبين بشكل ٤ — ٦٦ • نرى في شكل ٤ — ٦٩ رسما خطيا لمحرك ذي أربعة أقطاب ، ثنائي الجهد ، بتوصيلة دلتا ، وهو موصل بنفس الطريقة التي شرحت مع المحرك المبين بشكل ٤ — ٦٧ •

الوصلات القصيرة والوصلات الطويلة • استخدمت في كل التوصيلات المبينة حتى الآن وصلات قصيرة ، وفيها توصل نهاية احدى المجموعات بنهاية المجموعة التي تليها في نفس الوجه ، أو بتعبير آخر توصيلة نهاية بنهاية أو بداية ببداية ، كما هو مبين بشكل ٤ — ٧٠ ، الذي يوضح توصيل وجه واحد فقط لمحرك موصل نجمة • وتعرف هذه أيضا بتوصيلات القمة بالقمة •

وفى التوصيلات بالوصلات الطويلة توصل نهاية المجموعة الاولى ببداية المجموعة الثالثة فى نفس الوجه ، كما هو مبين بشكل ٤ ــ ٧١ . وتعرف هذه أيضـــا بتوصيلات القمة بالقاع ، وتستعمل الوصلات الطويلة أساسا فى المحركات الثنائية الجهد .

المحركات الثلاثية الوجه الثنائية السرعة

سبقت الاشارة الى أن سرعة المحركات الثلاثية الوجه تتوقف على عدد الاقطاب وعدد ذبذبات التيار . فاذا بقى عدد الذبذبات ثابتا ، وجب تغيير عدد الاقطـــاب للحصول على سرعات مختلفة من المحرك الثلاثى الوجه ، ويمكن عمل هذا التغيير بتعديل التوصيل بين المجموعات . فاذا وصل وجه فى محرك ذى أربعة أقطـــاب بالطريقة المعتـــادة مثلا ، كما هو مبين بشـــكل ٤ ــ ٧٢ ، نتجت أربعة أقطاب وكانت السرعة أقل قليلا من ١٨٠٠ لفة فى الدقيقة . واذا وصلت الاربعـــة الاقطاب نفسها بحيث تنتج فيها قطبيـــة متماثلة ، كما هو مبين بشكل ٤ ــ ٧٣ ، نتجت أربعـــة أقطاب اضافية ، بحيث يصبح مجموع الاقطـــاب كلهـــا ثمانية ، وتكـــون السرعة أقل قليلا من ٩٠٠ لفة فى الدقيقة . شرحت نظرية هذه العملية فى الباب الاول ، وقـــد أطلق على هذا النوع من التوصيلات اسم توصيلة الاقطاب المتعاقبة ، وفى جميع المحركات التى تحتوى على هذه التوصيلة للحصول على أكثر من سرعة واحدة ، يجب استعمال توصيلات بوصلات طويلة .

يمكن توصيل المحرك الثلاثى الوجه ، الثنائى السرعة بحيث تكون قدرته بالحصان ثابتة عند كلتا السرعتين ، كما يمكن أن يكون عزم دورانه ثابتا عند كلتا السرعتين ، أو يكون عزم الدوران ثابتـــا عنـــد السرعتين . يوصـــل المحرك عادة ، لكى يكون عزم الدوران ثابتـــا ، نجمة ثنائى على التوازى للسرعة العالية ، ودلتا على التوالى للسرعة المنخفضة . شكل ٤ ــ ٧٤ يبين توصيل الوجه أ للتشغيل على السرعة العاليـــة لمحرك ذى أربعة وثمانية أقطاب ، ثلاثى الوجه ، بحيث يظل عزم الدوران ثابتا . عند تتبع الدائرة ابتداء من ل$_٤$ ، لاحظ تغير اتجاه التيار فى المجموعات المتجاورة للوجه أ ، مما يعنى أن المحرك ذو أربعة أقطاب أو عالى السرعة ، وأن الدائرة موصلة ثنائى على التوازى . شكل ٤ ــ ٧٥ يبين نفس المحرك عندما يكون التيـــار داخلا عند الطرف ل$_١$. وفى هـــذه الحالة تكون كل المجموعات متماثلة ، مما يؤدى الى تكوين أربعة أقطاب متعاقبة منتجة ثمانية أقطاب فى المجموع .

وهذا يؤدى الى تشغيل المحرك على السرعة المنخفضة · ل$_{٤}$ ، لا تستعمل فى توصيلة آلدلتا على التوالى ·

للحصول على محرك قدرته بالحصان ثابتة يكون التوصيل نجمة ثنائى على التوازى للسرعة المنخفضة ، ودلتا على التوالى للسرعة المرتفعة · شكل ٤ ـ ٧٦ يبين توصيل الوجه أ فى محرك ذى أربعة وثمانية اقطاب ، ثلاثى الوجه ، ثابت القدرة بالحصان ·

تتبع التيار ، فى حالة السرعة المنخفضة ، ابتداء من ل$_{٤}$ ولاحظ أن قطبية متماثلة تتكون فى هذا التوصيل الثنائى على التوازى · وفى حالة السرعة المرتفعة تتبع الدائرة فى شكل ٤ ـ ٧٧ أبتداء من ل$_{١}$ ، وهنا تجد قطبية مختلفة بالتتالى فى كل مجموعة من الوجه أ ، مما ينتج محركا ذا أربعة أقطاب · لاحظ أن هذه توصيلة على التوالى · شكل ٤ ـ ٧٨ يبين التوصيلة الكاملة لمحرك ذى أربعة وثمانية أقطاب ، عزم دورانه ثابت · تخرج من المحرك ستة أطراف · للتشغيل على السرعة العالية توصل ل$_{٤}$ ، ل$_{٥}$ ، ل$_{٦}$ الى ينبوع القدرة الثلاثى الوجه ، وتوصل ل$_{١}$ ، ل$_{٢}$ ، ل$_{٣}$ معا وتغطى بالشريط ، وللتشغيل على السرعة المنخفضة توصل ل$_{١}$ ، ل$_{٢}$ ، ل$_{٣}$ لينبوع القدرة الثلاثى الوجه ، وتغطى كل من ل$_{٤}$ ، ل$_{٥}$ ، ل$_{٦}$ على حدة بالشريط ولا تستعمل · يبين شكل ٤ ـ ٧٩ محركا ذا أربعة وثمانية اقطاب ، ثابت القدرة بالحصان · للتشغيل على السرعة المنخفضة توصل ل$_{٤}$ ، ل$_{٥}$ ، ل$_{٦}$ الى خط القدرة ، وتوصل ل$_{١}$ ، ل$_{٢}$ ، ل$_{٣}$ ، معا وتغطى بالشريط · وللتشغيل على السرعة المرتفعة توصل ل$_{١}$ ، ل$_{٢}$ ، ل$_{٣}$ الى ينبوع القدرة ، وتغطى كل من ل$_{٤}$ ، ل$_{٥}$ ، ل$_{٦}$ بالشريط على حدة ، ولا تستعمل · ويمكن بطبيعة الحال تشغيل المحركات الثنائية السرعة بوحدتين منفصلتين من الملفات ، تحتوى كل منها على عدد مختلف من الاقطاب ·

اختلاف المجموعات

تستعمل عبارة اختلاف المجموعات عندما يكون عدد الملفات فى كل مجموعة مختلفا · فمثلا ، فى محرك ثلاثى الوجه ذى ستة أقطاب ، و ٤٨ ملفا يمكن ايجاد عدد الملفات فى كل مجموعة باستعمال المعادلة :

$$\frac{\text{الملفات}}{\text{الأقطاب} \times \text{الأوجه}} = \text{الملفات بكل مجموعة}$$

٤٨ ملفـــا ÷ (٦ أقطاب × ٣ أوجه) = ٤٨ / ١٨ = ٢ ١١/١٨ ملفا بكل مجموعة

وبسبب وجـــود الكسر ، فسوف يصبح من اللازم أن تحتوى بعض المجموعات على ثلاثة ملفـــات ؛ وبعضها الآخر على ملفين · ويمكن ايجاد عدد الملفات فى كل مجموعة بطريقة سهلة كما يأتى :

١ ــ أوجد العـــدد الكلى للمجموعات : ٦ أقطاب × ٣ أوجه = ١٨ مجموعة ·

٢ ــ أوجـد عدد الملفات بكل مجموعة ٤٨ ملفا / ١٨ مجموعة = ٢ ١٢/١٨

٣ ــ باستخدام الكسر ١٢/١٨ ، يحدد البسط ١٢ عدد المجموعات التى تحتوى على العـــدد الاكبر من الملفـات ، أى أن ١٢ مجموعة تحتـــوى كل منها على ٣ ملفات ·

٤ ــ تحتوى كل واحدة من المجموعات الباقية ، وهى ٦ مجموعات ، على ملفين ·

للمراجعة : ١٢ مجموعة بكل منها ٣ ملفات = ٣٦
٦ مجموعات بكل منهـا ملفان = ١٢
المجموع = ٤٨ ملفا

مثال ١ : يراد تقسيم آلة ثلاثية الوجه ذات أربعة أقطاب ، وتحتوى على ٥٤ مجرى ، الى مجموعات · كم عدد الملفات بكل مجموعة ؟ ·

١ ــ أوجد عدد المجموعات : ٤ أقطاب × ٣ أوجه = ١٢ مجموعة ·

٢ ــ أوجد عدد الملفات فى كل مجموعة :

٥٤ ملفا / ١٢ مجموعة = ٤ ٦/١٢ ملف لكل مجموعة ·

٣ ــ وعلى ذلك ، باستعمال بسط الكسر ، يكون لدينا ٦ مجموعات بكل منها ٥ ملفات ، ويتبقى ٦ مجموعات بكل منها ٤ ملفات ·

٤ ــ ٦ × ٥ = ٣٠ ملفا
٦ × ٤ = ٢٤ ملفا
٥٤ ملفا

بعد ايجـــاد عـــدد الملفات بكل مجموعة ، تكون الخطوة التالية ترتيب المجموعات بحيث يصبح فى كل وجه عدد متساو من الملفات · فى هذه المسألة

سوف يكون فى كل وجه ١٨ او ١٨ ملفا ، استمر برسم المجموعات كما هو موضح بشكل ٤ ـ ٨٠ ، ولذلك فان الوجه أ يتكون من أربع مجموعات ، كما أنه يجب أن يحتوى أيضـــا على ١٨ ملفا ، حيث أنه يوجد ٥٤ ملفا فى الاوجه الثلاثة • فاذا استعملنا أربعة ملفات فى المجموعة الاولى للوجه أ ، وخمسة ملفات فى المجموعة الثانية ، وأربعـة ملفات فى المجموعة الثالثة ، نفس الطريقة الوجه ب ، فيما عدا أن نبدأ بخمسة ملفات • ويمكن تجميع الوجه جـ بنفس طريقة الوجه أ تماما ، فيكون الترتيب الكلى :

٤ ـ ٥ ـ ٤ ـ ٥ ـ ٤ ـ ٥ ـ ٤ ـ ٥ ـ ٤ ـ ٥ ـ ٤ ـ ٥

مثال ٢ : يراد عمل المجموعات فى محرك ثلاثى الوجه ، ذى ستة أقطاب ويحتوى على ٤٨ ملفا •

١ ـ أوجد العدد الكلى للمجموعات : الاقطاب × الاوجه = ٦ × ٣ = ١٨ مجموعة •

٢ ـ أوجد عدد الملفات بكل مجموعة : $\frac{\text{الملفات}}{\text{المجموعات}} = \frac{٤٨}{١٨} = ٢\frac{١٢}{١٨}$

٣ ـ وعلى ذلك يوجد ١٢ مجموعة بكل منها ٣ ملفات ، و ٦ مجموعات بكل منها ملفان •

وأفضل طريقة لترتيب المجموعات أن نضع ثلاثة ملفات فى كل مجموعة ، ثم نطرح ملفا من كل من ست مجموعات • تأكد من انك طرحت عـــددا متساويا فى كل وجه •

أ	ب	جـ	أ	ب	جـ	أ	ب	جـ	أ	ب	جـ	أ	ب	جـ	أ	ب	جـ
٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣	٣
½	٣	٣	٣	٣	½	٣	½	٣	½	٣	٣	٣	٣	½	٣	½	٣

تأكد من أن كل المجموعات الفردية العدد تحتوى على عدد متساو من الملفات فى كل وجه ، وأن المجموعات موزعة بطريقة متماثلة •

واذا لم يتيسر توزيع العدد الكلى لملفات المحرك على الأوجه بالتساوى ، فقد نحتاج الى حذف بعض الملفات • فمثلا فى المحرك الثلاثى الوجه الذى يحتوى على ٣٢ مجرى ، يجب ايجاد عدد الملفات بكل وجه أولا • فاذا كان فى كل وجه ، فى هذه المسألة عشرة ملفات ، يكون العدد الكلى للملفات ٣٠ ملفا • وعلى ذلك يجب ترك ملفين خـــارج الدائرة • ويبقى الملفـــان على

المحرك ، ولكن يغطى طرفاهما بالشريط ولا يوصلان ، فيترك ملفان متقابلان على ناحيتى العضــو الثابت خارج الدائرة ، كما هو مبين بشكل ٤ ـ ٨١ ٠
بعد حذف الملفين نستمر كما سبق ٠

١ ـ احسب عدد المجموعات : ٤ أقطاب × ٣ أوجه = ١٢ مجموعة ٠

٢ ـ احسب عدد الملفات بكل مجموعة : ٣٠ / ١٢ = ٦ / ١٢ = ٢

٣ ـ وبذلك سوف يكون هناك ٦ مجموعات بكل منها ٣ ملفات ، ٦ مجموعات بكل منها ملفان ٠

نظام المجموعات

أ ب جـ	أ ب جـ	أ ب جـ	أ ب جـ	
٢	٣	٢	٣	= ١٠ ملفات
٣	٢	٣	٢	= ١٠ ملفات
٢	٣	٢	٣	= ١٠ ملفات
				المجموع = ٣٠ ملفا

وعلى ذلك يكون عندنا ٢ ـ ٣ ـ ٢ ـ ٣ ـ ٢ ـ ٣ ـ ٢ ـ ٣ ـ ٢ ـ ٣ ـ ٢ ـ ٣ ٠

تحــذير :

فى المحركات المتعددة الاوجه ، الموصلة على التوازى ، والتى تحتوى على مجموعات عددها فردى ، مثل توصيلة النجمة او الدلتا الثنائية الدائرة على التوازى ، يجب أن تحتوى كل دائرة على نفس العدد من الملفات ، وارتكاب الاخطاء فى هذا الصدد محتمل جدا فى هذا النوع من المحركات ، لذلك تجب مراجعة كل الدوائر ، والتأكد من أن كلا منهـــا يحتوى على نفس العــــدد من الملفات ٠

المحركات الثنائية الوجه

تشبه المحركات الثنائية الوجه المحركات الثلاثية الوجه من جميـــع النواحى ، الا فيما يختص بعـــدد المجموعات والتوصـــيلات بين هـــذه المجموعات ٠ وكما هـــو الشـــأن فى المحركات الثلاثيـــة الوجه ، فان عدد المجموعات يساوى عدد الأوجه مضروبا فى عدد الاقطاب ٠

فى محرك ثنائى الوجه ، ذى أربعة أقطاب ، ويحتوى على ٤٨ ملفا ، يوجد ١ وجه × ٤ أقطاب = ٨ مجموعات ·

وعدد الملفات فى كل مجموعة يساوى $\frac{\text{عدد الملفات}}{\text{عددالمجموعات}} = \frac{٤٨}{٨} = ٦$

توصل الملفات فى المحرك الثنائى الوجه بحيث تنتج وحدتان من الملفات بدلا من ثلاث ، وهاتان الوحدتان هما الوجه أ والوجه ب · ويبين شكل ٤ ـ ٨٣ طريقة تنظيم المجموعات ، وفى كل رسومات المحركات الثنائية الوجه يكون السهمان المتجاوران فى اتجاه عقربى الساعة ، والسهمان التاليان فى عكس اتجاه عقربى الساعة ، وهكذا ·

ويبين شكل ٥ ـ ٨٣ توصيلات المجموعات فى المحركات الثنائية الوجه ، وهى تشبه تماما التوصيلات فى المحركات ذات الوجه المشطور · فتوصيل الوجه آ يشبه توصيل ملفات الحركة ، ويشبه توصيل الوجه ب توصيل ملفات البدء · وعلى كل حال ، فلا يوجد مفتاح طرد مركزى فى المحرك الثنائى الوجه ، ويظل كلا الملفين متصلين بالجهد طوال الوقت ·

تحتوى المحركات الثنائية الوجه على ملفات متصلة على التوالى ، كما هو مبين بشكل ٤ ـ ٨٣ ، أو على التوازى ، ويتوقف ذلك على تصميم المحرك · شكل ٤ ـ ٨٤ يبين محركا ثنائى الوجه ، ذا أربعة أقطاب ، موصل على التوالى كما يبين شكل ٤ ـ ٨٥ محركا ثنائى الوجه ، ذا أربعة أقطاب ، موصل ثنائيا على التوازى · ويبين شكلا ٤ ـ ٨٦ و ٤ ـ ٨٧ الرسمين الدائريين للنوعين ·

اعادة توصيل المحركات الثنائية الوجه لتشغيلها ثلاثية الوجه

تحول المحركات الثنائية الوجه الى ثلاثية الوجه فى أغلب الأحيان ، نظرا لأن التشغيل حينئذ يكون أكثر اقتصادا ·

سنفترض أنه يراد تحويل محرك ثنائى الوجه ، موصل على التوالى ، ذى أربعة أقطاب ، ويحتوى على ٤٨ ملفا ، الى محرك ثلاثى الوجه · ويمكن عمل ذلك بوساطة التوصيلة على شكل T ، أو توصيلة سكوت ، بعمل توصيلات ثلاثية الوجه على نفس الملفات ، أو باعادة اللف ·

التوصيل على شكل T : فى توصيلة T ، أو سكوت ، توصيل نهاية الوجه أ بمنتصف الوجه ب ·

ويبين شكل ٤ ـ ٨٨ رسما تخطيطيا لمحرك ثنائى الوجه محول الى ثلاثى الوجه بواسطة توصيلة ٠

الطريقة المعتادة عند عمل توصيلة سكوت ، تكون بحل ما يقرب من ١٦ فى المائة من الملفات فى الوجه أ ، قبل توصيل الباقى الى الوجه ب ٠ وتوزع الملفات المتروكة من الوجه أ على المجموعات فى الوجه أ بالتساوى ٠

يلجأ الى توصيلة سكوت لتحويل نوع المحرك كوسيلة مؤقتة فقط ، ولا ينبغى اعتبارها وسيلة للاصلاح الدائم على الاطلاق ٠ وقد أعطينا مثلا للطريقة المتبعة عند تحويل محرك ثنائى الوجه ، موصل على التوالى ، ويحتوى على ٤٨ ملفا الى محرك ثلاثى الوجه ٠ شكل ٤ ـ ٨٩ يبين المحرك الثنائى الوجه قبل اعادة توصيله ٠

تكون الطريقة بحل ١٦ فى المائة من الوجه أ : ولما كان المحرك باكمله يحتوى على ٤٨ ملفا ، فان ما يخص الوجه أ منها هو ٢٤ ملفا ، و ١٦ فى المائة منها هى ٣٫٨ ملفا ، أو أربع ملفات ٠ وعلى ذلك يفصل ملف واحد من كل مجموعة فى الوجه أو يترك خارج الدائرة ٠ وشكل ٤ ـ ٩٠ يبين الدائرة الجديدة ٠ ويكون هذا عمليا فقط ، اذا لم تكن الملفات ملفوفة جماعيا ٠

التوصيل ثلاثى الوجه

تفضل الطريقة التى يحول فيها المحرك الثنائى الوجه الى محرك ثلاثى الوجه بتوصيلة نجمة ٠ الخطوة الاولى فى هذه الطريقة تكون بازالة كل الوصلات لتكوين الدائرة المبينة فى شكل ٤ ـ ٩١ ٠ الخطوة التالية تكون بحساب عدد الملفات التى يجب فصلها ، أى ما بين ١٥ ، ٢٠ فى المائة من العدد الكلى للملفات فى المحرك ، وقد نحتاج الى تغيير هذا الرقم ، بحيث تكون الملفات المفصولة أقل من ١٥ فى المائة ، ويتوقف ذلك على احتياجات المحرك ٠ فى هذه المسألة يكون عدد الملفات المراد فصلها ٤٨ × ١٥ر٠ = ٢ر٧ ملفا ٠ ولما كان ٢ر٧ عددا غريبا ، وحيث أنه من اللازم حذف نفس العدد من الملفات من كل وجه ، يجب اختيار أقرب عدد صحيح الى ٢ر٧ يقبل القسمة على ٣ ، وفى هذه الحالة يكون هذا العدد هو ٦ ٠ ويمكن أيضا فصل ٩ ملفات ، وهى عبارة عن ٢٠ فى المائة تقريبا ، من هذا المحرك ، ونحصل على نتائج جيدة أيضا ٠ اذا فصلنا ٦ ملفات يتبقى ٤٢ ملفا ، أو ١٤ ملفا لكل وجه فى التوصيل الثلاثى الوجه الجديد ٠ وسوف يوجد ١٢ مجموعة بكل منها $\frac{٤٢}{١٢} = \frac{٦}{١٢} - ٣$ ـ ملفات ، أو ٦ مجموعات بكل

منها ٤ ملفات و ٦ مجموعات بكل منهـا ٣ ملفات ، وبذلك نستطيع الآن الاستمرار فى عمل التوصيلة الجديدة ، فاصلين ملفين من كل وجه ٠

بهذه الارقام نستطيع عمل نظام المجموعات للتوصيل نجمة على التوالى ، كما هو مبين بشكل ٤ ـ ٩٢ ٠

اعـادة اللـف٠

الطريقة الثالثة لتحويل محرك ثنائى الوجه الى ثلاثى الوجه تكون باعادة لف الملفات مع استعمال عدد من اللفات بكل ملف أقل بمقدار ٢٠ فى المائة تقريبا واستعمال سلك بمقياس أكبر ، فمثلا اذا كان محرك ثنائى الوجه ملفوفا ب ٣٠ لفة من سلك الماجنت رقم ٢١ م ٠ س ٠ أ ٠ فى كل ملف ، يكون بكل ملف من الملفات الجديدة ٢٤ لفة من السلك رقم ٢٠ ٠ ويمكن حساب ذلك بالطريقة الآتية ٠ اطرح ٢٠ فى المائة من ٣٠ لفة ، وهو يساوى ٦ لفات ، وعلى هـذا ٦ مطروحة من ٣٠ يتبقى ٢٤ لفة ٠ والسلك الاكبـر درجة فى المقاس من رقم ٢١ وهـو رقم ٢٠ ٠ لذلك تستعمل ٢٤ لفـة من السلك رقم ٢٠ ٠

إعادة لف وإعادة توصيل المحركات المتعددة الأوجه

اعادة التوصيل عند تغيير الجهد

غالبا ما ترسل المحركات الى محلات التصليح لاجراء تغييرات بها ، حتى يمكن تشغيلها على جهد آخر يختلف عن الجهد الموجود على لوحة التسمية ، فمثلا قد يكون المحرك ثلاثى الوجه ، ٢٢٠ فولت ، ويراد تحويله لكى يشتغل على ٤٤٠ فولت ٠

وتوجد عدة طرق لاجراء التغيير المطلوب ، ويتوقف الامر على طبيعـة التوصيلات الاصلية فى المحرك ٠ فاذا كان المحرك موصـلا فى الاصـل على التوالى ، أمكن تحويله لكى يشتغل على نصف الجهد ، وذلك بتوصيله ثنائى على التوازى ٠ واذا كان المحرك فى الاصل موصلا ثنائيا على التوازى ، أمكن تحويله لكى يشتغل على ضعف الجهد ، وذلك بتوصيل الملفات على التوالى ٠

وعلى ذلك فان المحرك ذا السـتة الاقطاب ، الثلاثى الوجه ، الموصل نجمة على التوالى ، ٤٤٠ فولت ، يمكن تحويله لكى يشتغل على ٢٢٠ فولت باعادة توصيله بستة أقطاب ، نجمة ثنائى على التوازى ٠ واذا كان ذا ستة

أقطاب ، ثلاثى الوجه ، نجمة ثنائية على التوازى ، ويشتغل على ٢٢٠ فولت ، أمكن تحويله الى نجمة على التوالى لجهد ٤٤٠ فولت ٠

والمبدأ الذى تقوم عليه جميع التوصيلات ، هو آن يظل جهد الملف ثابتا ، على الرغم من أىّ تغيير يلحق بجهد الخط ، وقد سبق شرح هذا المبدأ عند مناقشة المحركات الثنائية الجهد ٠ ويمكن اعادة توصيل المحركات الموصلة دلتا أيضا من التوالى الى التوازى للتشغيل على الجهد الاصغر ، ومن التوازى الى التوالى للتشغيل على الجهد الاكبر ٠

يمكن عند اعادة توصيل المحركات الثلاثية الوجه ، بسبب تغيير الجهد ، تحويلها من نجمة الى دلتا وبالعكس ، وتوجد لذلك تحويلات كثيرة ممكنة ، فمثلا من دلتا على التوالى الى نجمة ثنائى على التوازى ، ومن دلتا على التوازى الى نجمة على التوالى ، وهكذا ٠ وبعد عمل بعض هذه التعديلات يحتمل الا يصبح الجهد اللازم لتشغيل المحرك عددا مضاعفا أو كسرا بسيطا من الجهد الاصلى ٠ فالمحرك الذى كان فى الاصل موصلا نجمة ، ثم تحول الى دلتا ، يجب تشغيله على ٥٨ فى المائة فقط من الجهد الاصلى ٠ واذا تحول المحرك الموصل دلتا الى نجمة ، يجب تشغيله على ١٧٣ فى المائة من الجهد الاصلى ٠

لن نحاول فى هذا الكتاب الاحاطة بكل هذه التوصيلات المعادة بالتفصيل ، حيث ان كثيرا من الكتب الممتازة قد تناولت هذا الموضوع بالبحث الدقيق ،

مثال : ما هو الجهد اللازم استخدامه مع محرك بعد تحويله من دلتا ، ثنائى على التوازى ، ٢٢٠ فولت ، الى نجمة على التوالى ؟ ٠

الحل : بعد تحويل المحرك الى دلتا على التوالى يحتاج الى ٤٤٠ فولت ، والتحويل الى نجمة على التوالى يحتاج الى ٤٤٠ × ١٫٧٣ = ٧٦٠ فولت ، ان تغيير الجهد عن طريق اعادة التوصيل ليس ممكنا فى كل الحالات ٠فمثلا المحرك ذو الأربعة الأقطاب ، الموصل نجمة على التوالى ٢٢٠ فولت لا يمكن تحويله للتشغيل على جهد أعلى ، اذ لو وصل الجهد المرتفع الى الملفات الموصلة على التوالى ، فسوف يمر فيها تيار أكبر من الذى صممت له ، ولذلك فسوف تحترق ٠ وكذلك المحركات ذات الأربعة الأقطاب ، الموصلة نجمة رباعى على التوازى ، لا يمكن اعادة توصيلها لجهد أقل ، لأنه لا يمكن أن يوجد عدد أكثر من أربعة فروع على التوازى فى محرك ذى أربعة أقطاب ٠

اعادة اللف عند تغيير الجهد

يمكن أيضا اعادة لف المحركات الثلاثية الوجه عند عمل تغيير فى الجهد ، وتنحصر التغييرات اللازمة فى تلك الحالة فى عدد اللفات ومقاس السلك ٠

مثال : عند اعادة لف محرك ٢٢٠ فولت لتشغيله على ٤٤٠ فولت ، استعمل ضعف عدد اللفات فى كل ملف ، وسلك مساحة مقطعه تساوى نصف مساحة مقطع السلك الموجود . وبعبارة أخرى ، اذا كان المستعمل فى المحرك الاصلى أربعين لفة من السلك رقم ١٧ ، تستعمل عند اعادة اللف ثمانون لفة من السلك رقم ٢٠ .

اعادة توصيل المحرك المتعدد الاوجه لتغيير سرعته

سبقت الاشارة الى أن سرعة المحرك الثلاثى الوجه تقل اذا زاد عدد الاقطاب ، وبالعكس . (ينتج التغيير فى السرعة أيضا عند تغيير عدد ذبذبات الخط) . وتتضمن معظم الطرق المستعملة لتغيير السرعة ، اعادة لف الملفات وتغيير خطوة الملف . وعلى كل حال ، فان احدى الطرق المستعملة للحصول على سرعة مختلفة ، تكون بتغيير عدد الاقطاب عن طريق اعادة التوصيل . فاذا ظل الجهد المستعمل كما هو ، عند التغيير من السرعة المنخفضة الى السرعة المرتفعة ، يجب تقليل عدد اللفات لكل وجه ، وعند التغيير من المرتفعه الى السرعة المنخفضة ، يجب زيادة العدد .

مثال : يراد اعادة توصيل محرك ذى ستة أقطاب ، موصل دلتا ثنائى الدائرة ، ٢٢٠ فولت الى محرك ذى أربعة اقطاب ، ٢٢٠ فولت ، فما هى طريقة التوصيل الواجب اتباعها ؟

استخدم الطريقة الآتية :

١ ــ أعد عمل مجموعات الملفات ل ٣ أوجه × ٤ أقطاب = ١٢ مجموعة .

٢ ــ اذا أعيد التوصيل مثل الاصل ، اى دلتا ثنائى الدائرة ، يجب تشغيل المحرك على ٦ ÷ ٤ = ١٥٠ فى المائة من الجهد الاصلى ، اى ٣٣٠ فولت .

٣ ــ لتشغيل المحرك على ٢٢٠ فولت ، حول التوصيل من دلتا ثنائى الدائرة الى دلتا رباعى الدائرة ، وذلك لان النجمة رباعى الدائرة يحتاج الى ٣٣٠ × ٨٦ر٦ = ٢٨٦ فولت . وهذه نتيجة مرضية ، وذلك لان خطوة الملفات لم تتغير .

اعادة اللف لتغيير السرعة : لحل المسائل السابقة باعادة اللف ، اتبع ما يأتى :

١ ـ غير خطوة الملف الى « ١ ، $\frac{\text{عدد الملفات}}{\text{عدد الاقطاب}}$ — ١ » · وعلى ذلك فان الخطوة فى محرك يحتوى على ٤٨ مجرى تصبح « ١ ، $\frac{٤٨}{٤}$ — ١ » = « ١ ، ١١ » ·

٢ ـ أعد لف كل ملف مستعملا عددا من اللفات يساوى :

$\frac{\text{السرعة الأصلية}}{\text{السرعة الجديدة}}$ × العدد الأصلى للفات = $\frac{١٢٠٠}{١٨٠٠}$ = ٦٦ فى المائة من اللفات الأصلية ·

٣ ـ استعمل مقاسا من السلك يساوى

$\frac{\text{السرعة الأصلية}}{\text{السرعة الجديدة}}$ × مساحة مقطع السلك الأصلى × $\frac{١٨٠٠}{١٢٠٠}$ = ١ر٥

٤ ـ استعمل طريقة التوصيل الأصلية ·

التغيير لذبذبات جديدة :

يمكن تحويل المحركات المتعددة الأوجه لتشغيلها بذبذبات جديدة ، وذلك باعادة التوصيل أو باعادة اللف ، ويفضل عادة استعمال الطريقة الأخيرة · ويمكن فى بعض الأحيان تشغيل محرك على ذبذبات مختلفة ، وجهد خط مختلف · فمثلا يمكن تشغيل محرك ٢٥ أو ٣٠ ذبذبة فى الثانية ، ١١٠ فولت على ٦٠ ذبذبة فى الثانية عند ٢٢٠ فولت · وهذا يؤدى الى مضاعفة السرعة الأصلية على وجه التقريب ·

اذا أريد تغيير الذبذبات بدون تغيير محسوس فى السرعة ، فسوف يكون من اللازم اعادة لف المحرك ·

مثال : يراد تحويل محرك ذى أربعة أقطاب ، ٢٥ ذبذبة ليشتغل على ٦٠ ذبذبة بنفس السرعة تقريبا ·

١ـ٤ اقطاب ، ٢٥ ذبذبة = ٧٥٠ لفة فى الدقيقة (ل · ف · د ·) · ٨ اقطاب ، ٦٠ ذبذبة = ٩٠٠ ل · ف · د ·

٢ ـ غير خطوة الملف بحيث تصبح لمحرك ذى ثمانية أقطاب ·

٣ ـ عدد اللفات فى كل ملف يساوى $\frac{٧٥٠}{٩٠٠}$ = ٨٣ فى المائة من عدد اللفات الأصلية · وعلى ذلك يجب لف كل ملف بعدد من اللفات يساوى ٨٣ فى المائة تقريبا من عدد اللفات الأصلية ·

٤ ــ استعمل سلكا أكبر مقاسا بالرقم التالى مباشرة .

٥ ــ اذا كان المحرك يحتوى على ٤٨ مجرى و٥٠ لفة من السلك رقم ١٨ ، يجب اعادة اللف باعادة لفات مقداره ٤٢ من السلك رقم ١٧ ، واستعمال الخطوط « ١ ، ٦ » .

تغيير اتجاه الدوران فى المحركات الثنائية والثلاثية الأوجه :

يبين شكل ٤ ــ ٩٣ الأطراف الثلاثة لمحرك ثلاثى الوجه ، موصل على خط قدره ثلاثى الوجه ، للدوران فى اتجاه عقربى الساعة . لكى نعكس اتجاه دوران محرك ثلاثى الوجه ، يلزم تبديل توصيل أى طرفين من أطراف المحرك فقط ، كما هو مبين بشكل ٤ ــ ٩٤ . ويمكن عكس اتجاه الدوران أيضا بتبديل توصيل طرفين من أطراف خط القدرة .

ويكون عكس اتجاه دوران محرك ثنائى الوجه بتبديل توصيل طرفى أحد الوجهين مع خط القدرة . يبين شكل ٤ــ٩٥ التوصيل للدوران فى اتجــــاه عقربى الساعة ، كمــا يبين شــكل ٤ ــ ٩٦ التوصل للدوران فى عكس اتجاه عقربى الساعة . ولعكس اتجاه دوران محرك ثنائى الوجه بثلاثة أسلاك ، يجب تبديل توصيل السلكين الخارجيين المرقومين ١ و ٢ فى شكل ٤ ــ ٩٧ .

تحديد الخلل وإصــــلاحه

الاختبـــــار :

يجب اجراء بعض التجارب على المحرك الثلاثى الوجه بعد لفه أو اصلاحه، وذلك للتحرى عن العيوب الآتية : التماس الأرضى ، الفتحات ، القصورات ، والمعكوسات .

التماس الأرضى :

استعمل دائرة مصباح الاختبــــار ، أو دائرة الاختبار ، كما هو مبين بشكل ٤ ــ ٩٨ . صل أحد طرفى الاختبار الى اطار المحرك ، وطرف الاختبار الآخر مع أحد أطراف المحرك ، فاذا أضاء المصباح ، يكون أحد الملفات متماسا مع الأرض . وللقيام بالاختبار على الوجه الأكمل ، جرب هــذه العملية مع كل طرف من أطراف المحرك .

اذا كان بالمحرك تماس أرضى ، فسوف يصبح من اللازم تحديد مكانه ، ثم ازالتـــه ، قبــل اجراء الاختبارات الأخرى . وكما فعلت فى المحركات

السابقة ، حاول تحديد مكان التماس أولا بالفحص ، فاذا تعذر الحصول عليه بهذه الطريقة ، حدد مكانه بان تفصل كل وجه وتختبره على حدة ٠

واذا كان المحرك موصلا نجمة ، أفصل الأوجه عند نقطة النجمة ، واختبر كل وجه على حدة ، كما هو مبين بشكل ٤ ــ ٩٩ ٠

اذا كان المحرك موصلا دلتا ، افصل الأوجه عند توصيلات الأطراف ، واختبر كل وجه على حدة ، كما هو مبين بشكل ٤ ــ ١٠٠ ٠

بعد تحديد الوجه الموجود به التماس ، يصبح من الضرورى تعيين الملف المتماس مع الأرض ، يصبح من اللازم اعادة عزل المجرى ، أو وضع ملف المجموعات فى الوجه الذى به التماس ، واختبر كل مجموعة على حدة ، كما هو مبين بشكل ٤ ــ ١٠١ ٠ بعد تحديد المجموعة ، يمكن تعيين الملف الذى به العيب بسهولة ، وذلك بفك الوصلات المفتولة بين الملفات ، كما هو مبين بشكل ٤ ــ ١٠٢ ، ثم اختبار كل ملف على حدة ٠ بعد العثور على الملف المتماس مع الأرض ، وتكون الطريقة كما يلى : افصل الوصلات التى بين جديد فى العضو الثابت ٠ فى بعض الأحيان تكون احدى الرقائق خارجة عن مكانها ، مما يجعل أطرافها الحادة تقطع الأسلاك ، ويمكن علاج ذلك بضغط الرقيقة حتى تعود الى مكانها الصحيح ٠ وغالبا ما يتبين أن العيب يكمن فى العازل الموجود بالمجرى ، كما يمكن أيضا وضع السلك خطأ بين العازل وجدار المجرى ، أو يحتمل أن يكون العازل قد انتقل من مكانه ، وترك الحديد فى المجرى عاريا ٠

الدوائر المفتوحة :

قد يكون السبب فى وجود دائرة مفتوحة فى المحرك الثنائى أو الثلاثى الوجه حدوث كسر فى أحد الملفات ، أو تفكك التوصيلات عند الوصلات ، سواء أكانت مفتولة أم ذات جراب ٠ ولتحديد مكان الفتح ، اتبع الطريقة الآتية : استعمل مصباح الاختبار ليتعين الوجه المفتوح ٠ فاذا كان المحرك موصلا نجمة ، ضع أحد طرفى الاختبار عند نقطة النجمة ، وضع طرف الاختبار الآخر بالتتابع عند كل طرف من الأطراف الثلاثة الباقية للأوجه ، كما هو مبين بشكل ٤ــ١٠٣ ، ويجب أن يضىء المصباح عند الأسلاك الثلاثة ، فاذا لم يضىء المصباح عند لمسه أحد الأسلاك ، فهذا الوجه مفتوح ٠ واذا كان المحرك موصلا دلتا ، افصل الأوجه ، واختبر كل وجه على حدة ، كما هو مبين بشكل ٤ــ١٠٤ ، وسوف لا يضىء المصباح عند اختبار الوجه المفتوح ٠

اذا أمكن الحصول على الوجه المفتوح ، أصبح من السهل تحديد مكان الفتح : ولنفرض أن الفتح موجود بالوجه أ ٠ ضع أحد طرفى الاختبار على الطرف الابتدائى للوجه أ ، والمس بطرف الاختبار الآخر نهاية كل مجموعة بالتتابع ، كما هو مبين بشكل ٤ ـ ١٠٥ ، فاذا أضاء المصباح عند نهاية المجموعة الأولى ، ولم يضىء عند نهاية الثانية ، كان العيب فى المجموعة الثانية ٠ استمر بهذه الكيفية حتى تعثر على المجموعة التى بها الخطأ ٠ ومن المحتمل أن يكون الخطأ عند احدى التوصيلات ، وفى هذه الحالة يعاد توصيل الأسلاك ، ولحامها بالقصدير ٠ عند العثور على المجموعة المفتوحة ، يمكن تحديد الملف المعيب بفتح التوصيلات المفتولة عند أطراف الملفات ، واختبار كل ملف على حدة ، وشكل ٤ ـ ١٠٦ يبين ذلك ٠ واذا كان الخلل نتيجة تفكك التوصيل عند احدى الوصلات ذات الجراب ، أعد اللحام ، ثم غط التوصيلة بالشريط ٠ واذا كان الخلل نتيجة لكسر السلك فى أحد الملفات فاستبدل الملف بغيره أو أخرجه من الدائرة ٠ واذا كان المحرك موصلا نجمة ثنائيا على التوازى ، فسوف يكون من اللازم تحديد الدائرة الموجودة بها الفتح ، ويمكن الوصول الى ذلك بتوصيل أحد طرفى الاختبار عند نقطة النجمة ، كما هو مبين بشكل ٤ ـ ٢٠٧ ، وتوصيل طرف الاختبار الآخر الى كل من القسمين فى كل وجه ، على التتابع ٠ يستمر العمل بعد ذلك بنفس الطريقة التى اتبعت مع توصيل النجمة المفرد الدائرة ٠ اذا كان المحرك موصلا دلتا ، ثنائى الدائرة ، يجب فك توصيل كل الملفات الموصلة على التوازى : لكى يمكن تحديد القسم المفتوح ٠

القصورات :

ان وضع الملفات فى المجارى بطريقة تنقصها المهارة الفنية ، هو المسئول عن القصورات التى تحدث نتيجة لتداعى عازل السلك ٠ ويمكن تحديد مكان اللفات المقصورة فى المحركات المتعددة الأوجه ، بنفس الطريقة التى أتبعت مع المحركات المشطورة الوجه ٠ والطريقة المعتادة تكون باستخدام زوام داخلى ، كما هو مبين بشكل ٤ ـ ١٠٨ ، وذلك لتعيين الملف ، أو المجموعة المقصورة ، بملاحظة اهتزازات سلاح المنشار اليدوى ٠ ويجب التنبه الى أن الزوام لا يكون فعالا فى حالة المحركات الموصلة على التوازى ، اذ يجب فصل كل المتوازيات لكى يمكن اختبار الملفات بالزوام ٠ فاذا ظل الزوام فى مكانه لبضع دقائق ، فان الملف ، أو الملفات المعيبة ، سوف تصبح ساخنة ٠

توجد طريقة أخرى لايجاد الملف أو المجموعة المقصورة ، وتكون بتشغيل المحرك لبضع دقائق ، وسوف يصبح الملف المعيب أكثر سخونة من الملفات الأخرى ، ويمكن معرفته بسهولة بوساطة اللمس ·

وما زالت هناك طريقة أخرى لمعرفة ما اذا كان المحرك المتعدد الأوجه مقصورا ، ويكون ذلك بتوصيل المحـــرك الى خط ثلاثى الوجــه ، وقيــاس التيار فى كل وجهه بوساطة أمبير متر (يفضل استعمال النوع الماسك) ، ويجب أن يكون التيار متساويا فى الأوجه الثلاثة ، ويطلق على ذلك اختبار التوازن · فاذا كانت القراءة فى أحد الأوجه أعلى منها فى الوجهين الآخرين ، دل هذا على أن الوجه مقصور · ويجرى هذا الاختبار عادة أثناء تشغيل المحرك ·

المعكوسات :

تنشأ المعكوسات عندما يـكون ملف ، أو مجموعة ، أو وجــه موصلا بطريقة غير سليمة · وفى كل الحالات يحدث ذلك نتيجة لخطأ أو نقص فى المعرفة من جانب القائم باللف · والمعكوسات فى المحركات المتعددة الأوجه قد تنشأ فى (١) الملفات ، (٢) المجموعات ، (٣) الأوجه ·

الملفات المعكوسة :

فى المحركات المتعددة الأوجه توصل ملفــات كل مجموعة بحيث يمر التيار خلال كل ملف فى نفس الاتجاه · ويحتمـــل أن يكون القائم باللف قد وصل هذه الملفات بطريقة غير صحيحة ، بحيث ان التيار فى كل ملف لا يمر فى نفس الاتجاه · وهذه الحالة لا يمكن أن تنشأ فى المحركات ذات اللف الجماعى ، ما لم تـــكن الملفات قد وضعت فى المجــارى فى الاتجـــاه الخطـــأ ·

الفحص بالنظر هو أحسن طريقة لمعرفة الملف المعكوس ، وليس هذا دائما ممكنا ، على كل حال · وأدق طريقة لمراجعة النتيجة تكون بامرار تيار مستمر على جهد منخفض من بطارية خــــلال كل وجـــه ، ووضع بوصلة أثناء ذلك فى مقابلة القلب · يجب أن ينعكس وضع الابرة عند كل مجموعة فى الوجه الواحد ، فتشير الى الشمال عند مجموعة ، والى الجنوب عنـــد المجموعة التى تليها ، الخ · فاذا كان اتجاه ابرة البوصلة عند أى مجموعة غير محدد ، فقد يكون هناك ملف معكوس فى هـــذه المجموعة · فالملف المعـكوس

يحدث مجالا مغناطيسيا فى عكس اتجاه المجال المتولد من الملفات الاخرى ، فيؤدى ذلك الى اضعاف المجال الـــكلى ، الذى يصبح تأثيره على ابرة البوصلة ضئيلا ٠

مجموعات الملفات المعكوسة :

للكشف عن المجموعات المعكوسة ، صل أحـــد طرفى خط تيار مستمر منخفض الجهد الى نقطة النجمة ، وصل الطرف الآخر الى كل وجـــه على الترتيب ٠ حرك بوصلة بداخل العضو الثابت لـكى تعين قطبية كل مجموعة فاذا انعكس وضع ابرة البوصـلة عند كل مجموعة ، كما هو مبين بشكل ٤ ـ ١٠٩ ، دل ذلك على أن القطبيـــة صحيحة ٠ ولاختبار محرك موصل دلتا للتحرى عن المجموعات المعكوسة ، افتح احدى نقط الدلتا ، وصـــل بين السلكين مصدر تيار مستمر منخفض الجهد ، اذا انعكس وضع الابرة عند كل مجموعة ، فالقطبية صحيحة ٠

الأوجه المعكوسة :

احدى الغلطات الشائعة فى توصيل المحركات الثلاثية الوجه تكون فى توصيل الوجه الأوسط بطريقة خطأ ٠ ويمكن العثور على هذا الخطأ بسهولة بوساطة بوصلة ٠ صل الأوجه مع مصدر التيار المستمر المنخفض الجهد ، كما حدث فى اختبار المجموعات ، وحرك البوصلة من مجموعة الى مجموعة متتبعا انعكاس وضع الابرة ٠ اذا أشارت الابرة الى ثلاثة أقطاب شماليـــة وثلاثة أقطاب جنوبية ، بالطريقة المبينة بشـــكل ٤ ـ ١١٠ ، دل هذا على أن الوجه الأوسط موصل بطريقة خطأ ٠ اعكس الوجه ب ، أو الأوسط ، لـكى تحصل على التوصيل الصحيح ٠

بعد اختبار المحرك ، أدخله فى فرن لكى يتحمص لمدة ساعتين أو ثلاث ساعات ، عند درجة حرارة ٢٥٠ درجة فهرنهيت تقريبا ٠ اغمسه فى نوع جيد من الورنيش لمدة خمس دقائق ، ثم اتركه لكى يتساقط منه الورنيش الزوئد ٠ ضعه فى الفرن مرة أخرى ، واتركه يتحمص عنـــد نفس درجة الحرارة لمدة ثلاث ساعات ٠

الأعطال العامة واصلاحها :

فيما يلى مظاهر الخلل التى تصادفنا فى المحركات الثنائية والثلاثية الوجـــه المعينة ، وتحت كل مظهر من المظاهر أوردنا قائمة بأنواع الخلل

المحتملة . والعدد الموجود بين قوسين بعد كل خلل ، يبين رقم العلاج الملائم ، والموجود فى الصفحات التالية :

١ ـ اذا عجز المحرك المتعدد الاوجه عن البدء ، فقد يكون العيب :

(أ) احتراق المصهر (١) .
(ب) تآكل الكراسى (٢) .
(جـ) تعدى الحمل (٣) .
(د) وجه مفتوح (٤) .
(هـ) ملف أو مجموعة مقصورة (٥) .
(و) تفكك فى قضبان العضو الدائر (٦) .
(ز) خطأ فى التوصيلات الداخلية (٧) .
(ح) كرسى متجمد (٨) .
(ط) منظم معيب (٩) .
(ى) ملفات متماسة مع الأرض (١٠) .

٢ ـ اذا لم يدر المحرك المتعدد الأوجه بالطريقة الملائمة ، فقد يكون العيب :

(أ) احتراق المصهر (١) .
(ب) تآكل الكراسى (٢) .
(جـ) ملف مقصور (٥) .
(د) وجه معكوس (١١) .
(هـ) وجه مفتوح (٤) .
(و) فتح فى التوصيل على التوازى (١٢) .
(ز) ملفات متماسة مع الأرض (١٠) .
(ح) تفكك فى قضبان العضو الدائر (٦) .
(ط) الجهد أو الذبذبات غير مضبوطة .

٣ ـ اذا دار المحرك ببطء ، فقد يكون العيب :

(أ) ملف أو مجموعة مقصورة (٥) .
(ب) ملفات أو مجموعات معكوسة (٧) .
(جـ) تآكل الكراسي (٢) .
(د) تعدى الحمل (٣) .
(هـ) توصيل خطأ (وجه معكوس) (١١) .
(و) تفكك قضبان العضو الدائر (٦) .

٤ ـ اذا سخن المحرك بصورة زائدة ، فقد يكون العيب :

(أ) تعدى الحمل (٣) .

(ب) تآكل الكراسى (٢) ، أو كرسى مشحوط (٨) .

(جـ) ملف مقصور أو مجموعة مقصورة (٥) .

(د) المحرك يشتغل بوجه واحد (٤) .

(هـ) تفكك قضبان العضو الدائر (٦) .

١ ـ احتراق المصهر . ارفع المصهرات ، واختبرها بمصباح الاختبار ، كما هو مبين بشكل ٤ ـ ١١١ . اذا أضاء المصباح ، يكون المصهر فى حالة جيدة ، ويستدل على وجود مصهر محترق عندما لا يضىء المصباح .

لاختبار المصهرات بدون رفعها من حواملها ، ضع دائرة مصباح الاختبار عبر كل مصهر والمفتاح مقفل ، كما هـو مبين بشكل ٤ ـ ١١٢ ، والمصهر الذى يضىء عنده المصباح ، هو المصهر المحترق .

اذا احترق مصهر فى أثناء اشتغال محرك متعدد الأوجه ، فسوف يستمر المحرك فى الاشتغال ، ولكن كمحرك بوجه واحد (انظر شكلى ٤ ـ ١١٣ و ٤ ـ ١١٤) ، وهذا يعنى أن جزءا من الملفات فقط هو الـــذى يحمل كل الحمل . اذا استمر المحرك يشتغل بهذه الطريقة ، حتى ولو كان لفترة قصيرة ، فسوف تصبح الملفات ساخنة جدا ، ثم تحترق . وعلاوة على ذلك فسوف يصدر المحرك ضجيجا أثناء تشغيله ، وقد لا يستطيع القيام بالحمل . ولمعرفة سبب الخلل ، أوقف المحرك ، وحاول أن تجعله يبدأ مرة ثانية : والمحرك المتعدد الأوجه لا يبدأ ، اذا وجد مصهر محترق . لاصلاح هـــذه الحالة ، ابحث عن المصهر المحترق ، واستبدل به آخـــر ســليما .

اذا كان المحرك موصــلا نجمة ، ثنائيا على التوازى ، فسوف يتولد تيار بالتأثير فى الوجه المفتوح ، مما يتسبب فى حرق الملفات بسرعة ، ويجب منع حدوث ذلك ، لو أمكن .

٢ ـ تآكل الكراسى . اذا تآكل أحد الكراسى ، فسوف يحتك العضو الدائر على العضو الثابت ، مما يؤدى الى حدوث ضجيج أثناء التشــغيل ،

وعندما يصل تآكل الكراسى • ارفع العضو الدائر وافحصه لتجد عليه بقعا ملساء متآكلة ، وتشير هذه الى أن العضو الدائر كان يحتك بالعضو الثابت • والعلاج الوحيد هو استبدال الكراسى بغيرها جديدة •

فى المحركات الأكبر حجما ، يمكن معرفة الكراسى المتآكلة باستعمال حساس معاير ، ويظهر هذا النوع من المعايرات فى شكل ٤ ــ ١١٦ • يجب أن تكون المسافة الهوائية بين العضو الدائر والعضو الثابت واحدة عند كل النقط شكل ٤ ــ ١١٧ ، فان لم تكن ، يجب استبدال الكراسى •

٣ ــ تعدى الحمل • لمعرفة ما اذا كان هناك تعد فى الحمل على محرك ثلاثى الوجه ، ارفع الحزام من المحرك ، وحاول ادارة عمود الحمل باليد شكل ٤ ــ ١١٨ • ويتسبب جزء مكسور عادة أو تعشيقة ميكانيكية متسخة فى منع العمود من الدوران بحرية •

وفى طريقة اخرى ، يوصل أمبير متر على التوالى مع كل سلك من أسلاك الخط ، فاذا كانت قراءة التيار فى الأمبير متر أعلى من الرقم الموجود على لوحة تسمية المحرك ، دل ذلك على وجود تعد فى الحمل •

٤ ــ وجه مفتوح • اذا حدث فتح أثناء دوران المحرك ، فسوف يستمر فى دورانه ، ولكن سوف تكون قدرته أقل • ويمكن أن يحدث الفتح فى توصيل أحد الملفات أو احدى المجموعات ، فيمنع المحرك من البدء • وقد يحدث هذا أيضا بسبب سلك مكسور ، أو توصيلة محولة •

اذا تحدد الفتح فى ملف ، فقد يكون من اللازم وضع ملف جديد • وعلى كل حال ، اذا كان من المستحيل الحصول على الملف الجديد ، يفصل الملف القديم بالطريقة الآتية :

حدد الملف المفتوح • صل بداية ونهاية الملف المفتوح معا ، كما هو مبين بشكلى ٤ ــ ١١٩ و ٤ ــ ١٢٠ • هذا حل مؤقت ، ويجب استخدامه فقط ، عندما تكون اعادة اللف غير عملية ، ولا يمكن استخدامه عندما تكون الملفات جماعية اللف •

اذا حدث فتح فى وجه أثناء تشغيل المحرك ، فسوف يستمر فى الدوران ، ولكنه سوف لا يبدأ ، اذا حدث الفتح وهو ساكن • وهذه الحالات تشبه تلك التى تنشأ عن احتراق مصهر •

٥ ـ ملف مقصور أو مجموعة مقصورة . تتسبب الملفات المقصورة فى صدور ضجيج عن المحرك أثناء تشغيله ، كما يتصاعد منها الدخان . وبعد تحديد مكان مثل هذه الملفات المعيبة ، بالفحص بالعين المجردة ، أو باختبار توازن ، استبدلها بغيرها جديدة . أو افصلها من الدائرة .

عندما يتداعى عازل المينا الذى على الاسلاك ، تتماس الملفات المنفصلة وتقصر ، مما يتسبب فى أن يصبح الملف ساخنا جـدا ، ثم يحترق . وقد تحترق ملفات أخرى أيضا . فتكون النتيجة حدوث خلل فى مجموعة بأكملها أو وجه . ويختلف الملف المقصور عن الملف المفتوح فى طريقة فصلهما من الدائرة .

عين الملف المقصور بالنظر أو بوساطة الزوام . وينبىء شكل الملف المقصور ورائحته أنه محترق . اقطع الملف بأكمله عند نقطة من الخلف ، وابرام اللفات على الناحيتين ، كما هو بشكلى ٤ ـ ١٢١ ، ٤ ـ ١٢٢ . تأكد من زوال العازل من فوق اللفات قبل برم الأسلاك معا ، وهذه الطريقة تستعمل أيضا مع الملفات الملفوفة جماعيا . واذا كانت مجموعه بأكملها محترقة ، يجب اعادة لف المحرك .

٦ ـ تفكك قضبان العضو الدائر . وهذه سوف تنتج ضجيجا أثناء التشغيل ، كما أنها سوف لا تمكن المحرك من القيام بالحمل . وقد تظهر شرارات بين القضبان والحلقات الطرفية أثناء دوران المحرك .

وفى الأعضاء الدائرة ذات القفص السنجابى : تكون القضبان النحاسية كلها موصلة على جانبى العضو الدائر الى حلقتين طرفيتين . فاذا حدث أن واحدا أو أكثر من هذه القضبان تفكك ، وأصبح غير متلامس مع الحلقتين الطرفيتين ، فقد ينتج عن ذلك خلل فى تشغيل المحرك . وفى كثير من الأحوال لا يدور المحرك .

يمكن العثور على قضبان العضو الدائر المفككة بوضعه على الزوام ، ويجب حدوث اهتزاز فى سلاح منشـار يدوى عند كل قضيب ، الا كان القضيب مفتوحا . ويمكن أيضا كشف قضبان العضو الدائر المفتوحة بالعين المجردة . والعلاج لهـذه الحالة يكون باللحـام بالقصدير أو اللحام بصهر الأطراف .

٧ ـ خطأ فى التوصيلات الداخلية • توجد طريقة جيدة لمعرفة ما اذا كان المحرك المتعدد الأوجه موصلا بطريقة مضبوطة أو لا ، وتكون برفع العضو الدائر ، ووضع كرسى بلى كبير فى العضو الثابت • ثم يقفل المفتاح لامرار التيار فى الملفات • فاذا كانت التوصيلات الداخلية صحيحة ، فسوف يدور كرسى البلى حول قلب العضو الثابت ، كما هو مبين بشكل ٤ ـ ١٢٤ • واذا كانت التوصيلات غير صحيحة ، فسوف يظل كرسى البلى ساكنا • ويجب استعمال جهد مخفض فى حالة المحركات الكبيرة والمتوسطة الحجم ، والا فسوف ينفجر المصهر •

٨ ـ كرسى متجمد • اذا لم يوضع الزيت على الجزء من العمود الذى يدور فى الكرسى ، فسوف يسخن العمود ويتمدد لدرجة تمنع حركته فى الكرسى ، وهذا هو ما يطلق عليه الكرسى المتجمد • وأثناء عملية التمدد ، قد يلحم الكرسى نفسه فى العمود ، ويجعل الدوران مستحيلا •

ولاصلاح ذلك ، حاول أن ترفع الغطاءين الجانبيين ، والغطاء الجانبى الذى لا يمكن رفعه بسهولة ، هو الذى يحتوى على الكرسى التالف • ارفع الغطاء الجانبى والمنتج معا كوحدة • أمسك بالمنتج فى وضع ثابت ، ولف الغطاء الجانبى الى الأمام والى الخلف ، فاذا كان من المستحيل تحريك الغطاء الجانبى ، فك المسمار المحوى الضابط الذى يمسك بالكرسى مع الغلاف ، وحاول أن ترفع المنتج والكرسى معا كوحدة • كن حريصا على جعل حلقة الزيت منفصلة عن الكرسى أثناء القيام بهذه العملية • يمكن بعد ذلك رفع الكرسى بالطرق عليه خفيفا بمطرقة •

قد يصبح من اللازم خرط العمود على المخرطة بمقاس جديد ، وعمل كرسى جديد • واذا كان المستعمل كرسى بلى ، استبدله بآخر جديد •

٩ ـ عيب فى المنظم • اذا كانت نقط التلامس على المنظم لا تعمل اتصالا جيدا ، فسوف يعجز المحرك عن البدء • ولتحديد الخلل واصلاح هذه الوحدة ، انظر الباب الخامس •

١٠ ـ ملفات متماسة مع الأرض • سوف ينتج عن هذه صدمة كهربية عند لمس المحرك • واذا كانت الملفات متماسة مع الارض فى أكثر من مكان واحد ، فسوف تحدث دائرة قصر ، مما يؤدى الى حرق الملفات ، ويحتمل أن ينفجر المصهر • ابحث عن الملفات المتماسة مع الأرض بوساطة مصباح اختبار ،

وقم بالاصـلاح اللازم ، باعادة اللف ، أو بوضع ملف آخـر بدلا من الملف المعيب ٠

١١ ـ وجه معكوس ٠ سوف يؤدى ذلك الى دوران المحرك بسرعة أبطأ من سرعته المعتـادة ، وصدور طنين كهربى ، مشيرا الى توصيلات خاطئة ، راجع التوصيلات ، ثم أعد توصيلها على الوجه الصحيح ٠

١٢ ـ فتح فى التوصيل على التوازى ٠ يؤدى ذلك الى حدوث ضجيج وطنين ، كما أنه يمنع المحرك من القيام بحمله الكامل ٠ راجع اقفال الدوائر المتوازية ٠

مفتاح البدء ذو الزر الضاغط للمحركات ذات القدرة الكسرية الحصان

هذا نوع بسيط من المفاتيح ، مهمته توصيل المحرك على الخط مباشرة . ويوجد على المفتاح زران ضاغطان : أحدهما للبدء ، والآخر لايقاف المحرك . عند الضغط على زر البدء تقفل نقطتا التلامس داخل المفتاح وتوصلان المحرك على الخط . عند الضغط على زر الايقاف تنفصل نقطتا التلامس ، وتفتح دائرة توصيل المحرك الى الخط . شكل ٥ ــ ١ يبين هذا النوع .

يزود النوع المعتاد من مفاتيح البدء ذات الزر الضاغط بجهاز حرارى لتعدى الحمل ، ويوصل على التوالى مع الخط ، وهو يفتح دائرة التوصيل الى المحرك عندما يمر تيار كبير نتيجة لتعدى الحمل ، ويستمر مروره فترة قصيرة من الوقت . شكل ٥ ــ ٢ يبين أحد أنواع أجهزة تعدى الحمل ، وهو يتكون من أسطوانة صغيرة تحتوى على سبيكة من المعدن ، تنصهر عندما يستمر وجود تعدى الحمل . ويوجد عمود صغير مدفون فى المعدن ، وتركب عليــه عجلة مسننة . بعــد الضغط على زر البدء يبقى محوره فى وضعه الجديد بفعل لولب مربوط بالعجلة المسننة . عندما يمر تيار زائد خلال جهاز تعدى الحمل ، تنصهر السبيكة التى فى الاسطوانة فيمكن للعجـلة المسننة أن تتحرك وتطلق سراح اللولب ، وينتج عن ذلك أن يقفز مفتاح البدء الى وضع عدم التوصيل ، ويفصل المحرك عن الخط . ولبدء المحرك مرة أخرى يجب الانتظار عدة لحظات حتى تعود السبيكة الى حالة الصلابة .

يوجد نوع آخر من المفاتيح ، يستعمل مع المحركات ذات القدرةالكسرية الحصان ، وهو من النوع العادى الذى يعمل بطريقة القطع المفــاجىء . ويحتوى هذا المفتاح على متمم حرارى لتوفير الحماية من تعدى الحمــل . يوصل ملف من سلك ذى مقاومة عالية على التوالى مع أحد أطراف المحرك ، بحيث يسخن عندما يمر فيه التيار الزائد . ويوجد بداخل الملف طبقة من مادة لحام تنصهر بالحرارة المتولدة . وعندما تنصهر مادة اللحام ينطلق زناد ، فتنفصل نقط التلامس على المفتاح .

يمكن استخدام معظم هذه البادئات مع المحركات المفردة ، أو الثنائية ، أو الثلاثية الوجه . يبين شكل ٥ ــ ١ رسما لبادىء ذى زر ضاغط لمحرك مفرد الوجه ، كما يبين شكل ٥ ــ ٣ مثل هذا البادىء موصلا الى محــرك ثلاثى الوجه ، وفى اى من الحالتين يقفل زر البدء ، عند الضغط عليه ، نقط

الباب الخامس

تنظيم تشغيل محركات التيار المتردد

اذا وصل محرك تيار متردد على جهد الخط بأكمله عند البدء ، فسوف يسحب تيارا يبلغ من ضعفين الى ستة أضعاف تيار التشغيل المعتاد . ولما كان المحرك مصمما على أساس أن يتحمل صدمة البدء ، فسوف لا يحدث أى ضرر نتيجة لمرور هذا التيار الزائد . ويستحب فى المحركات الكبيرة عموما ، على كل حال ، اتخاذ الخطوات اللازمة نحو تقليل تيار البدء ، والا فقد يلحق التلف بالآلات التى يديرها المحرك ، كما يمكن أن تنشأ فى الخط بعض الاضطرابات ، التى تؤثر على تشغيل المحركات الأخرى ، الموصلة على نفس الخط .

فى المحركات الصغيرة ، أو عندما يكون الحمل قادرا على تحمل صدمة البدء ، وحين لا تتولد فى الخط اضطرابات غير مستحبة ، يمكن استعمال مفتاح بدء يدوى أو آلى للتحكم فى المحرك . هذا النوع من المفاتيح يوصل المحرك على الخط مباشرة ويطلق عليه « منظم البدء على الخط » .

فى حالة المحركات الكبيرة ، التى يجب أن يتولد عزم الدوران الابتدائى فيها تدريجيا ، أو عندما يتبين أن التيار الابتدائى الكبير سوف يؤثر على جهد الخط ، يصبح من اللازم ادخال جهاز مع الخط ، تكون مهمته تقليل تيار البدء . ويحتمل أن يكون هذا الجهاز وحدة مقاومة ، أو محولا ذاتيا . ويطلق على المنظمات التى تستعمل هذه الطريقة فى بدء المحرك اسم « منظمات البدء بجهد مخفض » . وتستخدم المنظمات أيضا لحماية المحرك من السخونة الزائدة ، ومن تعدى الحمل ، ولتنظيم السرعة ، ولعكس اتجاه دوران المحرك ، ثم للحماية من انخفاض الجهد .

فيما يلى أنواع المنظمات الشائعة الاستعمال والتى سوف نقوم بوصفها:

مفتاح البدء ذو الزر الضاغط للمحركات الصغيرة . منظم البدء اليدوى للمحركات التنافرية . منظم البدء على الخط المغناطيسى . منظم البدء بجهد منخفض ذو المقاومة . منظمات البدء المعوضة . بادىء نجمة ـ دلتا . منظم السرعة الثنائية . المنظم الفرملى ذو الأصابع .

التلامس $ل_1$ ، $ل_2$ ، ويوصل المحرك الى الخط . فاذا حدث تعد للحمل ، فان المتمم الحرارى سوف يطلق الجاز الفاتح ، مما يؤدى الى فصل نقط التلامس ، ووقف المحرك . ولاعادة الجهاز الفاتح الى وضعه الأصلى ، يكون من اللازم اعادة الضغط على زر الايقاف . واذا كان من الضرورى وقف المحرك أثناء تشغيله العادى ، فان نقط التلامس تنفصل بمجرد الضغط على زر الايقاف .

البادىء اليدوى للمحركات التنافرية

فى شكل ٥ ــ ٤ يظهر بادىء يدوى منخفض الجهد لمحرك تنافوى تأثيرى . ويمكن الحصول على الجهد المخفض بتوصيل مقاومة على التوالى مع المحرك ، ثم تقليل قيمة المقاومة الداخلة فى الدائرة بالتدريج ، وذلك بتحريك اليد الموجودة على لوحة التنظيم . ولهذا البادىء ثلاثة أطراف مرقومة $ل_1$ ، $ل_2$ ، $ت_1$ وموجودة على اللوحة الامامية .

يوجد على لوحة التنظيم ملف ، يوصل الى الخط بمجرد رفع اليد الى أعلى . وعندما تصل اليد الى نقطة التلامس الاولى ، يمر التيار من $ل_1$ خلال اليد الى نقطة التلامس الأولى ، ثم يمر خلال المقاومة كلها وخلال المحرك حتى يصل الى ل ، كما يوجد طريق آخر للتيار يمر بالملف . وفى أثناء ازدياد سرعة المحرك ، ترفع اليد ببطء لمنع تزايد التيار . وعندما تصل اليد الى آخر نقط التلامس ، يصبح المحرك موصلا على الخط ، ويحفظ الملف اليد فى هذا الوضع . واذا حدث لأى سبب من الأسباب أن انخفض الجهد الموجود على الملف الذى يحفظ اليد فى وضعها الأخير ، فان اليد سوف تنطلق فى الحال الى وضعها الأصلى ، ويقف المحرك .

البادىء على الخط المغناطيسى

يطلق على البادىء الذى يوصل المحرك مباشرة على الخط اسم « البادىء على الخط » . فاذا كان تشغيل هذا البادىء يتم بالتأثير المغناطيسى ، أطلق عليه اسم البادىء على الخط المغناطيسى ، ويبين شكل ٥ ــ ٥ بادئا مغناطيسيا مصمما لتشغيل محرك ثلاثى الوجه . ويوجد بهذا البادىء عادة ثلاث نقط تلامس رئيسية ، وهى التى توصل المحرك مباشرة على الخط عند اقفالها ، كما يوجد به أيضا ملف مغناطيسى حافظ ، وهو الذى يقفل نقط التلامس الرئيسية عند تغذيته بالتيار ، كما يقفل فى نفس الوقت نقطتا تلامس مساعدة أو حافظة ، وهى التى تحفظ مرور التيار فى الملف الحافظ ، وتكون فى العادة مفتوحة . وترتبط نقط التلامس الرئيسية

والمساعدة عموما معا بوساطة قضيب عازل ، بحيث تقفل نقط التلامس كلها عند مرور التيار فى الملف الحافظ • ومن الواضح أنه يمكن تشغيل مفتاح مغناطيسى بأى حجم بمجرد امرار تيار صغير فى الملف الخاص به •

يغذى الملف الحائط الموجود على بادىء مغناطيسى للتيار المتردد بتيار متغير القيمة ، وعلى ذلك فان قوة جذبه لا تكون ثابتة ، وانما تتغير تبعا لذبذبات التيار ، وسوف يؤدى ذلك الى حدوث رعشة • وللتغلب على هذه الحالة يزود قلب المغناطيس بملف مظلل تكون مهمته انتاج مجال مغناطيسى متخلف • ويكون الملف المظلل عبارة عن ملف صغير مكون من لفة واحدة من النحاس ، مدفون فى القلب ومحيط بجزء من حافته • ويكفى التيار المنتج بالتأثير فى هذا لكى يجعل المغناطيس يحتفظ بنقط التلامس مقفلة فى فترة انعكاس التيار • تجد فى شكل ٥ ــ ٦ صورة كاملة لبادىء مغناطيسى •

يمتاز البادىء المغناطيسى على البادىء اليدوى بأنه يمكن تشغيله بمجرد الضغط على الزر الضاغط ، الذى قد يوضع على مسافة كبيرة من البادىء والمحرك على حد سواء • بهذا تتوافر الراحة والأمان فى تشغيل ووقف المحرك ، وبخاصة اذا كان من النوع الذى يشتغل على جهد عال ، أو اذا كان من اللازم تشغيله من نقطة أو نقطتين بعيدتين •

متممات تعدى الحمل

يوجد بكل البادئات المغناطيسية تقريبا جهاز لتعدى الحمل ، تكون مهمته حماية المحرك من التيار الزائد • ويستخدم فى البادئات المغناطيسية نوعان من متممات تعدى الحمل ، وهى تعتمد اما على التأثير المغناطيسى أو التأثير الحرارى فى عملها •

شكل ٥ ــ ٧ يبين متمما حراريا • ويتكون هذا المتمم أساسا من ملف تسخين صغير ، موصل على التوالى مع الخط ، وهو يولد حرارة بفعل مرور التيار فيه ، وتتوقف كمية هذه الحرارة على قيمة التيار المار فى الخط • ويوجد بجانب الملف ، أو بداخله مباشرة ، شريط يتكون من معدنين • هذا الشريط مثبت عند أحد طرفيه ، وحر الحركة عند الطرف الآخر • ولما كان معامل التمدد لكل من المعدنين المكونين للشريط مختلفا عن الآخر ، فان الشريط سوف ينحنى عند تسخينه • ويقفل الطرف الحر للشريط فى العادة نقطتى تلامس دائرة التنظيم ، فاذا حدث تعد للحمل ، يسخن الملف شريط المعدن المزدوج بحيث ينحنى ، فيفتح نقطتى التلامس ، وهذا يؤدى الى فتح دائرة الملف الحافظ ، فيقف المحرك •

المحطات ذات الزر الضاغط

يحدث التحكم فى البادئات المغناطيسية بوساطة محطات ذات زر ضاغط٠ وتحتوى معظم المحطات الشائعة الاستعمال على زر للايقاف ، كما هو مبين بشكل ٥ ـ ٨ ٠ عند الضغط على زر البدء ، تقفل نقطتا تلامس تكونان فى العادة مفتوحتين ، وعند الضغط على زر الايقاف ، تفتح نقطتا تلامس تكونان فى العادة مقفلتين ٠ وتعود الأزرار الى وضعها الأصلى بفعل لولب ، وذلك عند رفع ضغط الأصبع عنها ٠ ولتشغيل مفتاح مغناطيسى بوساطة محطة بدء ـ ايقاف ، يصبح من اللازم توصيل الملف الحافظ على نقطتى تلامس المحطة ، بحيث يمر التيار فى الملف عند الضغط على زر البدء ، وبحيث تفتح دائرة الملف عند الضغط على زر الايقاف ٠

شكل ٥ ـ ٥ يبين بادئا على الخط مغناطيسيا ، وهو مزود بمتممين حرازيين لتعدى الحمل ، وموصل الى محطة بدء ـ ايقاف ذات زر ضاغط ٠ شكل ٥ ـ ٩ يبين رسما مبسطا لنفس البادىء ٠ وفى الرسومات التالية سوف تبين دوائر المحرك بالخطوط الثقيلة ، وتبين دوائر التنظيم بخطوط رفيعة ٠ وفيما يلى طريقة تشغيل هذا البادىء :

عند الضغط على زر البدء ، شكل ٥ ـ ٥ ، تكمل الدائرة من $ل_١$ الى نقطتى تلامس متمم تعدى الحمل المقفلة عادة ، ثم خلال الملف الحافظ الى $ل_٣$ ٠ وبذلك يمر التيار فى الملف الحافظ : فيقفل نقط التلامس أ ، ب ، جـ ، ويوصل المحرك على الخط ٠ وتكمل الدائرة الحافظة عن طريق النقطة ٢ ، وهى التى تحفظ استمرار مرور التيار فى الملف الحافظ بعد رفع الأصبع عن زر البدء ٠ وعند الضغط على زر الايقاف تفتح دائرة الملف ، فيؤدى ذلك الى فتح كل نقط التلامس ٠ واذا حدث تعد للحمل فى أثناء التشغيل ، واستمر فترة من الوقت ، فان نقطتى تلامس متمم تعدى الحمل تفتحان ، فيمتنع مرور التيار فى الملف الحافظ ٠ واذا أدت حالة تعدى الحمل الى تشغيل المتمم ، يصبح من اللازم اعادة نقطتى تلامس المتمم باليد الى وضعهما الأصلى ، قبل أن يمكن بدء المحرك من جديد ٠

شكل ٥ ـ ١٠ يبين محطة البدء ـ ايقاف موصلة بطريقة مختلفة ٠

شكل ٥ ـ ١١ يبين رسما خطيا للبادىء ٠ يستخدم الملف م لاقفال نقط التلامس الرئيسية م ٠ ت ٠ ح ٠ مكان اقفال نقطتى تلامس متمم تعدى الحمل المقفلتين عادة ٠

تقوم كل مصانع أجهزة التنظيم بانتاج البادئات على الخط المغناطيسية ، وشكل ٥ ـ ١٢ يبين منظما مثاليا تنتجه شركة آلن برادلى ٠

توصيلات محطة بدء ـ ايقاف

سوف نقوم بتوضيح عدد من دوائر التنظيم بالرسم ، وهى التى تستخدم فى مجموعات مختلفة من المحطات ذات الزر الضاغط • ويوجد فى كل هذه الرسومات نوع واحد للمفتاح المغناطيسى ، ولكن يمكن استعمال أنواع أخرى • وشكل ٥ ـ ١٣ يمثل مفتاحا مغناطيسيا يمكن تشغيله من أى من محطتين ، وترى الأزرار الضاغطة مبينة فى وضعين • وشكل ٥ ـ ١٤ يبين رسما خطيا لدائرة تنظيم محطتى بدء ـ ايقاف • وشكل ٥ ـ ١٥ يوضح دائرة تنظيم لثلاث محطات بدء ـ ايقاف • وفى كل هذه الرسومات ، توصل أزرار البدء على التوازى ، وتوصل أزرار الايقاف على التوالى ، وهذا ما يجب عمله ، مهما يكن عدد المحطات • لاحظ أن التلامس الحافظ يوصل دائما على طرفى زر البدء • توصل كل أزرار الايقاف على التوالى معا وعلى التوالى مع الملف الحافظ ، وذلك حتى يمكن وقف المحرك من أى مكان فى حالة الطوارىء •

المتابعة

يمكن اعداد المفاتيح المغناطيسية بحيث تكون متابعة أو متقطعة • وبهذه الطريقة يمكن تشغيل المحرك أثناء الضغط على زر المتابعة فقط ، وبمجرد رفع الضغط عنه يقف المحرك •

وزر المتابعة هو زر اضافى موجود على محطة البدء ـ ايقاف ، وله اربع نقط تلامس ، اثنتان منها تكونان فى العادة مقفلتين ، واثنتان منها تكونان فى العادة مفتوحتين • وشكل ٥ ـ ١٦ يبين الطريقة التى توصل بها مثل هذه المحطة مع مفتاح مغناطيسى ، وفيما يلى طريقة التشغيل فى هذا الرسم :
عند الضغط على زر البدء ، تقفل نقطتا التلامس عليه ، وتكمل الدائرة من ل١ من خلال نقطتى تلامس زر المتابعة المقفلتين عادة ، وزر الايقاف ، ونقطتى تلامس تعدى الحمل ، والملف الحافظ ، ثم الى الخط ل٢ ، وبذلك يمر التيار فى الملف الحافظ ، فيحدث التوصيل عند أ ، ب ، ج ، ويصبح المحرك موصلا على الخط • ويعمل التلامس الحافظ على بقاء الملف الحافظ فى الدائرة بعد رفع الاصبع من فوق زر البدء • وعند الضغط على زر الايقاف تفتح دائرة الملف ، فيقف المحرك •

اذا ضغط على زر المتابعة ، تكمل الدائرة من ل١ الى نقطتى تلامس زر المتابعة المفتوحتين عادة ، وخلال نقطتى تلامس زر المتابعة وخلال زر الايقاف ،

ونقطتى تلامس تعدى الحمل ، ثم الملف الى الخط ل٣ ۰ وبذلك يمر التيار فى الملف ، مما يؤدى الى عمل التلامس مع الخط وتوصيل المحرك اليه ۰ ويتم التلامس الحافظ أيضا ، ولكن الدائرة تكون مقطوعة عند زر المتابعة ، وبذلك تصبح غير فعالة ۰ وعند رفع الضغط عن زر المتابعة يقف مرور التيار فى الملف الحافظ ، فيقف المحرك ۰ ويبين شكلا ٥ ــ ١٧ و ٥ ــ ١٨ دائرة التنظيم فى محطة بدء ــ متابعة ــ ايقاف ، ومحطتى بدء ــ متابعة ــ ايقاف ، فيما عدا أن الأزرار موجودة فى وضع مختلف ۰ ويوجد فى شكل ٥ ــ ٢١ رسم يبين طريقة أخرى لتوصيل مثل هذه المحطة ۰

فى التوصيلات التى تشتمل على زر متابعة ، ينشأ الخطر من أن البادىء يمكن أن يعلق فى الدائرة خلال نقطتى تلامس مفتاح المتابعة المقفلتين عادة ، عندما يقطع الزر عائدا بسرعة ۰ ولجعل التشغيل مأمونا ، يمكن استخدام محطة بسيطة ذات زرين ، وفيها يستخدم زر البدء للمتابعة كما يستخدم للتشغيل ۰ ويحتوى هذا النوع من المحطات على مفتاح على اللوحة ، يجعل من الممكن استعمال زر البدء اما كزر بدء أو كزر متابعة ۰ وشكل ٥ ــ ٢٢ يبين اللوحة فى مثل هذه المحطة ، كما يبين شكل ٥ ــ ٢٣ هذه المحطة موصلة الى مفتاح مغناطيسى ۰ وشكل ٥ ــ ٢٤ يبين رسما خطيا لدائرة التنظيم ۰

وتوجد طريقة أخرى للحصول على متابعة مأمونة ، وذلك باستعمال متمم متابعة ، كما يظهر فى شكلى ٥ ــ ٢٥ و ٥ ــ ٢٦ ۰ وعندما يستعمل متمم متابعة ، لا يحتاج زر المتابعة الا الى أن تكون نقطتا تلامسه مفتوحتين عادة فقط ۰ وميزة هذه الطريقة فى المتابعة ، أنه مهما يكن اهمال العامل فى استعمال آلته ، فان بادىء المحرك لا يمكن أن يعلق ۰

عند الضغط على زر البدء يمر التيار فى ملف المتمم ، وبذلك تقفل نقط تلامس المتمم مم١ ، مم٢ ــ تقفل مم١ دائرة الملف الحافظ مما يؤدى الى اقفال التلامس عند ف ۰ ح ۰ وبذلك تكمل الدائرة الحافظة التى تحتوى على الملف عند رفع الضغط عن الزر ، وفى نفس الوقت تتم جميع التلامسات الرئيسية ، فتقفل الدائرة الى المحرك ۰ واذا ضغط على زر المتابعة عندما يكون المحرك ساكنا ، تتكون دائرة يدخل فيها الملف الحافظ طوال مدة الضغط على الزر فقط ، ومن المستحيل أن يعلق البادىء مهما تكن السرعة التى يرفع بها الاصبع من فوق الزر ۰

محطات بدء ـ ايقاف بضوء مرشد

يكون من الحكمة فى بعض الأحيان استعمال ضوء مرشد على محطة الزر الضاغط ، لبيان ما اذا كان المحرك دائرا • ويوضع المصباح عادة فوق المحطة ، ويوصل عبر الملف الحافظ • وشكلا ٥ ـ ٢٧ و ٥ ـ ٢٨ يوضحان مثل هذه التوصيلة ، كما تظهر صورة المحطة فى شكل ٥ ـ ٢٩ •

البادىء العاكس على الخط

البادئات المغناطيسية المبينة حتى الآن مصممة على أساس تشغيل المحرك فى اتجاه واحد ، اما فى اتجاه عقربى الساعة ، واما فى عكس اتجاه عقربى الساعة • فاذا كان من الضرورى عكس اتجاه دوران المحرك ، يجب تغيير توصيلاته •

وفى بعض الاستعمالات مثل وسائل النقل ، والرافعات ، وآلات الورش، والمصاعد ، وغيرها ، نحتاج الى بادىء للمحرك يمكنه أن يعكس اتجاه دورانه عند الضغط على زر • وعلى ذلك يمكن تبديل توصيل طرفين من أطراف الخط ، لعكس اتجاه دوران محرك ثلاثى الوجه ، بوساطة مفتاح مغناطيسى عاكس • وشكل ٥ ـ ٣٠ يبين بادىء عاكس من هذا النوع • ويبين شكلا ٥ ـ ٣١ و٥ ـ ٣٢ دائرة التوصيل • لاحظ أنه يلزم استخدام محطة أمام ـ بالعكس ـ ايقاف بثلاثة أزرار ، كما يلزم استعمال ملفى تشغيل ، أحدهما للدوران فى الاتجاه الأمامى ، والآخر للدوران فى الاتجاه العكسى •

تستعمل مجموعتان من نقط التلامس الرئيسية والمساعدة ، تقفل مجموعة منهما عندما يراد الدوران فى الاتجاه العكسى • وتوصل نقط التلامس هذه بطريقة تجعل سلكين من أسلاك الخط التى تغذى المحرك يبدلان توصيلهما عند اقفال نقط التلامس الخاصة بالدوران العكسى •

عند التشغيل بالضغط على زر الامام ، تكمل الدائرة من ل$_1$ خلال نقطتى تلامس تعدي انحمل ، وزر الايقاف ، وزر الأمام ثم ملف الامام الى ل$_2$ • وبذلك يمر التيار فى الملف الذى يقفل نقط التلامس لتشغيل المحرك فى الاتجاه الأمامى • وتقفل نقط التلامس المساعدة ف أيضا ، فتحفظ مرور التيار خلال الملف ف عند رفع الضغط عن الزر • والضغط على زر الايقاف يفتح دائرة ملف الأمام الذى يفتح بدوره كل نقط التلامس • والضغط على زر العكس يؤدى الى مرور التيار فى ملف العكس الذى يقفل كل نقط تلامس

العكس . وفى هذه الحالة تكون النهايتان ت١ ، ت٣ قد بدلتا توصيلهما فيعكس اتجاه دوران المحرك .

تزود البادئات العاكسة فى العادة بقفل آلى على شكل قضيب تكون مهمتـه منع نقط تلامس العكس من القفل عنـدما تكون نقط تلامس الأمام مقفلة . وهذا القضيب مثبت فى عمود عند منتصفه ، وعندما تقفل نقط تلامس الأمام يتحرك معها القضيب الى وضع ، يستحيل فيه أن تقفل نقط تلامس العكس .

تزود كل هذه البادئات بمتممات تعدى الحمل ، وتكون عموما من نوع المتمم الحرارى . وبينما نجد فى بعض البادئات مجموعتين من نقط التلامس المتممة ، واحدة لكل متمم ، نجد فى بعض البادئات الأخرى مجموعة واحدة فقط من نقط التلامس ، تستعمل مع المتممين .

يستخدم فى بعض الأحيان أكثر من محطة أمـام ـ عكس ـ ايقاف للتحكم فى مفتاح مغناطيسى عاكس . وتبين الأشكال ٥ ـ ٣٣ و ٥ ـ ٣٤ و ٥ ـ ٣٥ رسم التوصيلات لمحطتين من هذا النوع فى أوضاع مختلفة .

يمكن اغلاق كثير من المنظمات العاكسة كهربيا خـلال محطـة الزر الضاغط ، الى جانب احتوائها على قفـل آلى . وتكـون نقط تلامس الأزرار الضاغطة فى هذه المجموعة مرتبطة ببعضها بطريقة تجعل من غير الممكن مرور التيار فى ملفى الأمام والعكس فى وقت واحد . وبهذا الترتيب يصبح من الممكن أيضا عكس اتجاه دوران المحرك من أزرار الامام والعكس بدون الحاجة الى تشغيل زر الايقاف . وشكل ٥ ـ ٣٦ يبين رسما للاسلاك فى هذه التوصيلة . لاحظ أن لكل من زرى الامام والعكس أربع نقط تلامس ، اثنتان مقفلتان فى العـــادة ، واثنتان مفتوحتان . ويبين شـــكلا ٥ ـ ٣٧ و ٥ ـ ٣٨ عـدة دوائر للتحكم فى هذا النظام ، كما يوجد رسم تخطيطى فى شكل ٥ ـ ٣٩ .

عند التشغيل ، يضغط على زر الامام ، فتقفل الدائرة من ل١ ، خلال زر الايقاف : فنقطتى التلامس العلويتين لـزر العكس ، فنقطتى التلامس السفليتين لزر الامام ، الى ملف ، فنقطتى تلامس تعدى الحمل ثم الى ل٢ . وتحفظ نقطتا التلامس الحافظتان للملف الامام مرور التيار فيه بعـد رفع الضغط عن الزر . واذا ما ضغط على زر العكس أثناء دوران المحرك فى الاتجاه الامامى ، تقطع الدائرة التى تحتوى على ملف الامام فى الحال ، وتتكون دائرة خرى للملف العكس .

توجد تصميمات عديدة للمفاتيح المغناطيسية العاكسة • ويبين شكل ٥ ـ ٤٠ بادئا يشبه ذلك الذى فى ٥ ـ ٣١ ، فيما عدا أن نقط التلامس للدوران فى اتجاه العكس موضوعة تحت نقط التلامس للدوران فى اتجاه الامام بدلا من أن تكون الى اليمين ، وتشغيل هذا البادىء يشبه تماما تشغيل البادىء الذى فرغنا توا من وصفه •

البادىء بجهد مخفض ذو المقاومة

اذا وصل محرك ذو قفص سنجابى مباشرة على الخط ، فسوف تكون قيمة تيار البدء عدة أضعاف قيمة تيار التشغيل العادى ، وقد يتسبب مرور هذا التيار غير المألوف فى المحركات الكبيرة جدا فى الحاق الضرر بالآلات المدارة • وتندر ملاحظة هذا التأثير الضار فى المحركات الصغيرة ، بحيث يمكن استخدام البادئات على الخط بأمان • وقد يكون من اللازم فى بعض الأحيان ، على كل حال ، استخدام بادىء يحفظ تيار البدء عند قيمة مأمونة العواقب • وتتوقف الحاجة الى هذه البادئات على تكوين المحرك ، وعلى الغرض الذى يستخدم فيه المحرك ، الى حد كبير •

سوف نتناول بالبحث فى هذا القسم المنظمات الآتية : بادئات المقاومة الابتدائية ، بادئات المقاومة الثانوية ، بادئات المحول الذاتى ـ المعوضة بادئات النجمة ـ دلتا •

بادئات المقاومة الابتدائية

تنخفض قيمة التيار المار فى محرك الى حد كبير اذا وضعت وحدات مقاومة على التوالى مع الخط • وسوف يبدأ المحرك دورانه ببطء ، وكلما زادت سرعته ، أنتج قوة دافعة كهربية مضادة تعمل على حفظ تيار الخط عند قيمة معتادة • ونتيجة لذلك ، يمكن رفع المقاومة من الدائرة عندما يصل المحرك الى سرعة معينة ، فيشتغل على الجهاز الكامل للخط •

ويمكن استخدام بادئات المقاومة اما فى دائرة العضو الثابت (الابتدائية) أو فى دائرة العضو الدائر (الثانوية) ، وفى هذه الحالة الاخيرة يستخدم عضو دائر ذو حلقات انزلاقية ثلاث •

بادىء المقاومة من نوع الريوستات

يوجد نوعان من بادئات المقاومة الابتدائية ، بادئات المقاومة اليدوية من نوع الريوستات ، وبادئات المقاومة الآلية • شكل ٥ ـ ٤١ يمثل بادئا من نوع الريوستات لمحرك ثلاثى الوجه ويمكن استعماله أيضا مع محرك

ثنائى الوجه أو محرك تنافرى تأثيرى . وتوصل المقاومة فى اثنين من الخطوط الثلاثية الوجه ، كما يتكون ذراع هذا الريوستات من قسمين معزولين عن بعضهما . ويوجد تحت كل قسم شريط معدنى ، مصنوع عادة من النحاس ، وهو يركب على نقط التلامس المتصلة بنقط تقسيم المقاومات .

وعند تحريك الذراع تنفصل أقسام من المقاومة ، مما يؤدى الى ازدياد سرعة المحرك . والبادىء مصنوع بطريقة تجعل قيما متساوية من المقاومة تنفصل عن كل خط أثناء تحريك الذراع .

تزود بعض البادئات بملف حافظ ، يحفظ الذراع عند نقطة التلامس الاخيرة ، ويستعمل الريوستات للبدء فقط . ويمكن فى بعض الحالات الاخرى بقاء الذراع عند أى وضع ، وذلك بقصد تنظيم السرعة . وتنخفض قيمة عزم الدوران الابتدائى الى حد كبير عند استعمال بادىء المقاومة ، وذلك لان انخفاض الجهد الناتج من وجود المقاومة يحول معظم الطاقة اللازمة للبدء الى حرارة .

بادىء المقاومة الابتدائى الآلى

يبين شكل ٥ ــ ٤٢ بادىء مقاومة يعمل بالتأثير المغناطيسى . وتستعمل فى هذا البادىء ثلاث وحدات من المقاومة ، ويبين الرسم مجموعتين من نقط التلامس . عندما تقفل نقط التلامس المرقومة س ، تدخل وحدة مقاومة على التوالى مع كل خط من الخطوط المغذية للمحرك ، وبذلك يبدأ الدوران ببطء وعلى جهد منخفض . وبعد فترة محددة من الوقت تقفل مجموعة أخرى من نقط التلامس ر أيضا ، فتفصل المقاومة وتضع المحرك على الخط مباشرة . وشكل ٥ ــ ٤٣ يبين رسما مبسطا لهذا البادىء ، وفيما يلى طريقة عمله :

عند الضغط على زر البدء تكمل الدائرة من ل٣ خلال الملف س الى الخط ل٢ ، وبذلك يمر التيار فى الملف س ، فيقفل نقط تلامس البدء ، ويبدأ المحرك دورانه ببطء . وعند اقفال نقط تلامس البدء تقفل نقطتا تلامس القفل المساعدة لكى تكمل الدائرة خلال الملف س . وفى نفس الوقت يبدأ وعاء احتكاك ، أو جهاز توقيت يتحرك ، وبعد وقت معلوم تقفل مجموعة أخرى من نقط التلامس وتكمل الدائرة خلال الملف ر . وعند مرور التيار فى هذا الملف يعمل على اقفال مجموعة أخرى من نقط التلامس ، وهذه تفصل المقاومة وتوصل المحرك على الخط . وبالضغط على زر الايقاف تفتح جميع

الدوائر التى تمر بالملفات الحـــافظة ، وبذلك تفتح كل نقط التلامس فـى المحرك ٠

اذا حدث تعد للحمل واستمر فسوف يتسبب فى تسخين كل وحدات التسخين التى سوف تفتح نقط تلامس تعدى الحمل حينئذ ، مؤدية بذلك الى فتح دوائر الملف الحافظ ٠ ولبدء المحرك مرة ثانية ، يجب اعادة ضبط نقطتى تلامس تعدى الحمل قبل أن تصبح دوائر الازرار الضاغطة قابلـــة للتشغيل ٠ سوف تجد وصفا لاناء الاحتكاك وطريقة تشغيله ، وكذلك لجهاز توقيت ، تحت عنوان البادئات الميكانيكية ذات الوقت المحدد ، فى الباب الثامن الخاص بمنظمات التيار المستمر ٠

فى بادئى المقاومة اللذين فرغنا توا من شرحهما ، توضع وحدات مقاومة على التوالى مع الخط ، وبذلك ينخفض الجهد الموجود على ملفات العضـــو الثابت ، ويطلق على هذه بادئات المقاومة الابتدائية ، ويكون عزم الدوران الابتدائى المتولد فى المحرك صغيرا نسبيا عند استخدام هـــذا النوع من البادئات ٠

بادىء المقاومة الثانوية

اذا وضعت المقاومة فى دائرة العضو الدائر أو الدائرة الثانوية ، أمكن رفع قيمة عزم الدوران الابتدائى بصورة ملموسة ٠ ويمكن الوصول الى ذلك باستخدام عضو دائر للمحرك من النوع الملفوف ، ووضع المقاومة فى دائرة ملفات العضو الدائر ٠

ويحتوى العضو الدائر لهذا النوع من المحركات على ملفات ثلاثية الوجه، موصلة نجمة ، وتتصل أطرافها بثلاث حلقات انزلاقية مثبتة على عمـــود العضو الدائر ٠ ويوصل العضو الثابت لهذا المحرك ، الى الخط عن طريق مفتاح ذى ثلاث أفرع بها مصهرات ، أو بادىء مغناطيسى على الخط ٠

وفيما يلى أساس طريقة التشغيل :

اذا كانت الحلقات الانزلاقية الثلاث مقصورة ، فانها تعمل كما لو كان المحرك يحتوى على ملفات قفص سنجابى ٠ وهذا المحرك سوف يســحب تيارا زائدا ، اذا وصل مباشرة على الخط ٠ واذا وصلت الحلقات الانزلاقية ، على كل حال ، مع ثلاث وحدات مقاومة ، فسوف يمر تيار أقل بقليل فى أسلاك الخط ٠ وسوف يبدأ المحرك الدوران ببـطء ، ومع ازدياد سرعته تفصل المقاومة تدريجيا حتى يصل المحرك الى سرعته الكاملة ٠

يبدأ هذا النوع من المحركات دورانه دائما والمقاومة بأكملها فى الدائرة • وفى شكل ٥ ـ ٤٤ ، يقفل المفتاح اليدوى أولا ، ثم تحرك اليد على بادىء المقاومة ببطء فى اتجاه عقربى الساعة حتى تفصل المقاومة كلها من الدائرة • وهذا يرفع سرعة المحرك تدريجيا الى أن يدور بسرعته الكاملة • وتستخدم هذه المنظمات أيضا فى تغيير السرعة ، وبذلك يمكن الحصول على أى سرعة مرغوبة • يبين شكل ٥ ـ ٤٥ بادىء مقاومة يستخدم فيه مفتاح مغناطيسى للتوصيل على الخط •

تصمم بادئات المقاومة للعضو الدائر الملفوف بحيث تعمل بالتأثير المغناطيسى ، كما يمكن تشغيلها باليد • وشكل ٥ ـ ٤٦ يبين رسما أوليا لبادىء بسيط تزداد فيه السرعة على درجتين • وعند التشغيل ، يضغط على زر البدء ، فيمر التيار فى الملف س ، وهذا يؤدى الى اقفال كل نقط التلامس س ، فيصبح العضو الثابت موصلا مباشرة على الخط ، كما يصبح العضو الدائر موصلا على التوالى مع وحدات المقاومة • ويمنع جهاز توقيت ، من النوع ذى اناء الاحتكاك ، أو ذى الرقاص ، أو من أى نوع آخر ذى وقت محدد ، نقطة التلامس س ، المتخلفة زمنيا ، من الاقفال ، الى أن يمضى وقت محدد ، وبعدها يمر التيار فى الملف ر ، فتقفل نقط التلامس ر ، وتفصل المقاومة عن دائرة العضو الدائر • وبهذا يصل المحرك الى سرعته الكاملة • وعند الضغط على زر الايقاف ، أو اذا حدث نتيجة لاستمرار وجود تعد فى الحمل أن امتنع مرور التيار فى الملف س ، فسوف يقف المحرك •

بادئات المحول الذاتى ـ المعوضات

على الرغم من أن بادئات المقاومة مستعملة على نطاق واسع ، فان بادئات المحول الذاتى أكثر منها كفاية بكثير فى خفض الجهد على المحرك ، وتكمن ميزتها فى حقيقة أن خفض الجهد ينشأ بفعل المحول ، ولا يكون بوساطة مقاومة تفقد فيها الطاقة بشكل حرارى •

والمحول الذاتى يتكون من ملف من السلك ملفوف على قلب حديدى من الرقائق • وتؤخذ من الملف الى الخارج نقط تقسيم عديدة للحصول على جهود مختلفة • وفى نوع المعوض الشائع الاستعمال توصل ثلاث محولات ذاتية نجمة ، ويوجد واحد منها على كل وجه من الخط ، كما هو مبين بشكل ٥ ـ ٤٧ • واذا أخذت نقطة تقسيم من منتصف كل ملف ، ووصلت الى محرك ثلاثى الوجه ، كما هو مبين ، فان الجهد الموجود على المحرك سوف يكون نصف جهد الخط • وهذه هى الطريقة التى يوصل بها المحرك

عند البدء • وبهذه التوصيلة تنخفض قيمة تيار الخط ، بشكل ملحوظ ، عند البدء •

وفى المعوض العادى ، تخرج عادة نقطتا تقسيم أو ثلاث نقط من المحول الذاتى ، وذلك حتى يمكن توصيل المحرك على جهود مختلفة عند البدء • وتستخدم حينئذ نقطة التقسيم التى تعطى أنسب عزم دوران ابتدائى مع اقل تيار بدء ممكن •

بادىء المحول الذاتى اليدوى

يبين شكل ٥ ــ ٤٨ معوض محول ذاتى يدوى مثالى • وهو يحتوى على مجموعتين من نقط التلامس الساكنة ، ومجموعة من نقط التلامس المتحركة • وتركب نقط التلامس المتحركة على اسطوانة معزولة مثبتة بهايد •

عندما يبدأ المحرك الدوران ، تحرك اليد بسرعة فى أحد الاتجاهين ، وهذا يؤدى الى توصيل المحرك بالمحول الذاتى ، بحيث يبدأ على جهد منخفض • وبعد أن يصل المحرك الى سرعته تشد اليد بسرعة فى الاتجاه المضاد ، وهذا يؤدى الى فصل المحرك عن المحول الذاتى ، وتوصيله على الخط مباشرة •

وفى كل المعوضات اليدوية تقريبا ، يمكن تحريك اليد فى اتجاه واحد فقط عند البدء ، وهو الاتجاه الذى يبدأ عنده المحرك الدوران على جهد منخفض • ومن الضرورى تحريك اليد بسرعة من وضع البدء الى وضع الحركة ، والا فان المحرك سوف يبطىء نتيجة للفتح المؤقت فى الدائرة ، الذى يحدث عند تحريك نقط التلامس من البدء الى الحركة • ونقط التلامس فى معظم المعوضات تكون مغموزة فى الزيت ، وذلك حتى يتسنى اخماد القوس الكهربية التى تنشأ عند قذف اليد من وضع البدء الى وضع الحركة ، والمحافظة بذلك على نقط التلامس من التآكل •

وبمجرد أن تصبح اليد ونقط التلامس فى وضع الحركة ، يمر التيار فى ملف حافظ ، موصل على نهايتين من نهايات المحرك ، فيحفظ اليد فى وضعها • ولايقاف المحرك ، يضغط على زر الايقاف ، الذى يفتح دائرة الملف الحافظ ، فيترك هذا بدوره اليد تعود الى مكانها الاول ، كما تعود نقط التلامس المتحركة الى وضع اللاتوصيل المعتاد بفعل لولب • واذا حدث أن تلاشى الجهد أو انخفض ، فان الملف الحافظ سوف يصبح غير قادر على الاحتفاظ باليد فى وضع الحركة • واذا حدث تعد للحمل واستمر فترة من الوقت ، فان نقط تلامس متمم تعدى الحمل سوف تفتح ، فيمتنع مرور

التيار فى الملف الحافظ . ولاعادة بدء المحرك يكون من الضرورى ضبط متمم الحمل بالضغط على زر اعادة الضبط . ويبين شكلا ٥ ـ ٤٩ و ٥ ـ ٥٠ رسوم التوصيلات فى معوض ثلاثى الوجه عادى التشغيل .

عند التشغيل ، تحرك اليد أولا الى وضع البدء ، فتعمل على تلامس نقط التلامس المتحركة مع نقط تلامس البدء الساكنة ، وهذا يؤدى الى توصيل المحرك خلال المحول الذاتى ، فيبدأ على جهد منخفض . بعد أن ترتفع سرعة المحرك يجذب العامل اليد الى وضع الحركة ، وبذلك يصبح المحرك موصلا على الخط . ويوصل الملف الحافظ ، أو ملف انخفاض الجهد ، مع زر الايقاف ونقطتى تلامس متمم تعدى الحمل على التوالى عبر طرفين من أطراف المحرك . لايقاف المحرك يضغط على الزر ، فيمتنع مرور التيار فى الملف ، وتقفز بذلك اليد ونقط التلامس المتحركة ثانية الى وضع اللاتوصيل .

يستخدم متمم تعدى الحمل فى الدائرة أثناء بدء المحرك ، وكذلك أثناء تشغيله . وتوصل بعض المعوضات بطريقة تجعل متمم تعدى الحمل يدخل فى الدائرة أثناء تشغيل المحرك فقط . ويبين شكل ٥ ـ ٥١ مثل هذه الدائرة . وتتخذ هذه الخطوة لمنع المتمم من أن يقطع الدائرة بفعل تيار البدء الزائد .

وتصنع المعوضات أيضا بملفى محول ذاتى بدلا من ثلاثة ، وهذه يمكن أن تشغل اما محركا بثلاثة أوجه أو محركا بوجهين . وشكل ٥ ـ ٥٢ يبين رسما لمعوض بملفين مستعمل لتشغيل محرك بوجهين ، ويمكن أن يستعمل هذا النوع من المعوضات لتشغيل محرك ثلاثى الوجه . شكل ٥ ـ ٥٣ يبين رسما لمعوض ذى ملفين مستعمل لتشغيل محرك ثلاثى الوجه . وطريقة عمله كما يأتى : عند قذف اليد على وضع البدء تتصل ل٢ مباشرة بالمحرك ، بينما تتصل ل١ ، ل٣ مباشرة مع المحولين الذاتيين . تتصل نقطتا التقسيم على المحولين بالطرفين الآخرين للمحرك ، بحيث يبدأ المحرك على جهد منخفض ، وبعد أن ترتفع سرعته ، تقذف اليد بسرعة الى وضع الحركة ، وتظل هناك بفعل الملف الحافظ أو ملف انخفاض الجهد . وشكل ٥ ـ ٥٤ يبين التوصيل عندما يبدأ المحرك دورانه . وتعرف هذه بتوصيلة الدلتا المفتوحة .

بادىء المحول الذاتى الآلى

تشبه معوضات المحول الذاتى الآليـة فى أساسها النوع اليدوى الذى فرغنا توا من وصفه ، فيما عدا أن نقط التلامس تقفل بفعل التأثير المغناطيسى ، كما أنها مزودة بجهاز توقيت يوصل المحرك على الخط بعد

تشغيله على جهد منخفض عدة ثوان . وميزة المعوض الآلى أنه يمكن التحكم فيه بمجرد الضغط على زر يوضع فى مكان بعيد مناسب . وتبين رسومات هذا المعوض فى قسمين ، قسم لدائرة المحرك ، والقسم الآخر لدائرة التحكم . وفى شكل ٥ ــ ٥٥ يوجد رسم لدائرة المحرك .

اذا مر التيار فى ملف البدء ، فسوف تقفل نقط تلامس البدء الست ، وتضع المحول الذاتى فى دائرة المحرك ، مؤدية بذلك الى تشغيله على جهد منخفض . بعد وقت مضبوط يمتنع مرور التيار فى ملف البدء ، ويمر التيار فى ملف الحركة ، وتكون نتيجة ذلك اقفال نقط تلامس الحركة وتوصيل المحرك على الخط .

تستخدم أنواع مختلفة من متممات التوقيت للقيام بعملية فتح دائرة ملف البدء ، واقفال دائرة ملف الحركة . يستخدم أحد هذه الانواع ، وهو الذى تصنعه الشركة العامة للكهرباء ، محركا صغيرا بمتمم ، يأخذ فى الدوران بمجرد الضغط على زر البدء . وينظم محرك المتمم فترة الوقت التى يقضيها المحرك بالجهد المنخفض ، وذلك بادارة مجموعة من التروس التى تفتح وتقفل عدة نقط تلامس مرتبطة ببعضها . ويبين شكل ٥ ــ ٥٦ دائرة التحكم للمعوض الآلى التى يستخدم فيها محرك متمم التوقيت . وعند الضغط على زر البدء تكمل الدائرة خلال نقط تلامس الايقاف ، فنقط تماس البدء ، فالملف س ، فنقطتى تلامس تعدى الحمل ، ثم الى الخط مرة أخرى ، وبذلك يمر التيار فى الملف س ، فيؤدى ذلك الى اقفال كل نقط تلامس البدء . وهذا يضع المحرك فى دائرة المحول الذاتى بحيث يشتغل على جهد منخفض . وتفتح نقطتا تلامس مساعدتان ، تكونان فى العادة مقفلتين ، وهما متصلتان على التوالى مع ملف الحركة ر ، ونتيجة لذلك يصبح من غير المحتمل اقفال نقط تلامس الحركة عندما يكون التيار مارا فى ملف البدء .

وفى نفس الوقت تتكون دائرة أخرى خلال ملف المتمم ، وهى التى تتسبب فى اقفال نقط التلامس المساعدة ر ج ، فتحفظ الدوائر مقفلة عند رفع الاصبع من فوق زر البدء .

توجد دائرة أخرى تقفل عند الضغط على زر البدء ، وهى التى تمر بمحرك المتمم . ويبدأ محرك المتمم على اثر ذلك فى الدوران ، وتدور معه مجموعة من التروس التى تفتح دائرة ملف البدء بعد وقت محدد ، وتقفل دائرة ملف الحركة ، وفى نفس الوقت تفتح دائرة محرك المتمم ، وتتسبب هذه العملية فى فتح نقط تلامس البدء واقفال نقط تلامس الحركة ، فيصبح المحرك موصلا على الخط .

اذا حدث تعد مستمر للحمل ، أو اذا ضغط على زر الايقاف ، تقطع دوائر التحكم ، وتفتح نقط تلامس الحركة ، فيقف المحرك ٠

بادئات النجمـة ـ دلتـا

تستخدم هذه الطريقة للبدء بجهد منخفض فى حالة المحركات الثلاثية الوجه ، الموصلة دلتا ، فقط ٠ اذا وصل محرك موصل دلتا على ٢٢٠ فولتا ، فسوف يأخـــذ كل وجه ٢٢٠ فولتـا ، كما هو مبين بشكل ٥ ـ ٧٥ ٠ ومن ناحية أخرى ، لو كان المحرك موصلا نجمة واستخدمنا نفس جهد الخط ، فان كل وجه سوف يأخذ ٥٨ فى المائة من ٢٢٠ ، كما هو مبين بشكل ٥ـ٥٨ ٠

لاستخدام هذا المبدأ على منظم ، يصبح من الضرورى اخراج ستة أطراف من المحرك ، وذلك حتى يمكن تبديلها عند تغيير التوصيل من نجمة وقت البدء الى دلتا أثناء الحركة ٠ ويمكن استخدام منظمات مغناطيسية ذات زر ضاغط ، أو يدوية ، لعمل التغيير ٠ وشكل ٥ ـ ٥٩ يبين طريقة يدوية للبدء نجمة ـ دلتا بوساطة مفتاح ذى ثلاثة فروع بناحيتى توصيل ٠

عند البدء يقفل المفتاح العمومى ، ثم يقفل المفتاح ذو الناحيتين على وضع البدء ، فتتصل الأطراف ٢ ، ٤ ، ٦ معا عند قفل المفتاح ، مكونة نقطة النجمة ، بينما تتصل الأطراف ١ ، ٣ ، ٥ بالخط ٠ ويبدأ المحرك الدوران موصلا نجمة ، ويأخذ كل وجه ٥٨ فى المائة تقريبا من الجهد المعتاد ٠ بعد ارتفاع سرعة المحرك ، يقفل المفتاح على وضع الحركة موصلا ٢ الى ٣ ، ٤ الى ٥ ، ٦ الى ١ ، وهذه توصيلة الدلتا ٠ ويدور المحرك الآن على الجهد الكامل ٠

يبين شكل ٥ ـ ٦٠ دائرة التوصيل لبادىء نجمة ـ دلتا آلى ٠ عنـــد الضغط على زر البدء تقفل نقط التلامس الرئيسية ، وبذلك يمر التيار فى الملف س ، فيقفل نقط التلامس س ، مؤديا بذلك الى اشتغال المحرك وهو موصل نجمة ٠ بعد وقت مضبوط يعمل متمم توقيت نتيجة لاقفـال نقط التلامس الرئيسية ، فيفتح ملف البدء ، ويقفـل ملف الحركة ، فيصبح المحرك موصلا دلتا ٠ زر الايقاف يفتح كل نقط التلامس ٠

البادئات الاسطوانية :

يبين شكلا ٥ ـ ٦١ ، ٥ ـ ٦٢ احد الأنواع لمنظم اسطوانى يدوى ، ويمكن استخدامه فى بدء وعكس اتجاه دوران المحركات الثلاثيـة الأوجـه الصغيرة ٠ ويمكن استخدام هذا المفتاح الاسطوانى أيضا مع المحركات ذات

الوجه المسطور ذوات المكثف ، والثنائية الوجه ، كما هو مبين بشكلى ٥ ـ ٦٣ ، ٥ ـ ٦٤ ٠

ويستخدم المفتاح من هذا النوع اذا كان المحرك موضوعا الى جانب العامل ، كما يحدث ، مثلا ، فى المخارط الصغيرة وغيرها من آلات الورش ٠

ويبين شكل ٥ ـ ٦٢ أنه عند تحريك اليد من وضع الى آخر يحدث تبديل فى توصيل سلكين من أسلاك الخط ، فينعكس اتجاه دوران المحرك ٠ ويمكن ملاءمة هذا المفتاح واستخدامه لعكس اتجاه دوران أى محرك صغير سواء أكان لتيار متردد ، أم تيار مستمر ٠ وسيعطى وصف كامل لهذا المنظم فى الباب الثامن ٠

المنظمات

منظمات السرعتين :

يمكن تغيير سرعة محرك ثنائى أو ثلاثى الوجه بتغيير عدد الأقطاب فيه ٠ ويمكن الوصول الى ذلك باعادة توصيل المحرك ، بحيث يكون عدد الاقطاب الناتجة اما ضعف أو نصف عدد الاقطاب الأصلية ٠ ويعرف هذا بتوصيلة الأقطاب المتعاقبة ٠ والمحركات الثنائية السرعة التى نسبة سرعتها ليست ٢ الى ١ تحتوى على وحدتين منفصلتين من الملفات ، وعند توصيل احدى الوحدتين أو الأخرى الى الخط يدور المحرك بسرعتين مختلفتين بسبب تباين عدد الأقطاب فى كل وحدة ٠

تصنع المنظمات اليدوية والمغناطيسية بغرض تغيير توصيلات المحرك للسرعات المختلفة ، كما فى حالة المحركات ذات الأقطاب المتعاقبة ، أو للتغير من وحدة الى أخرى حينما يكون المحرك المستعمل به وحدتان من الملفات ٠ وكل هذه المنظمات تستخدم ترتيبا للحماية من تعدى الحمل على شكل متمم حرارى أو مغناطيسى ٠ وتستلزم بعض الاستعمالات أن يبدأ المحرك أولا على سرعة منخفضة ، ثم ترفع سرعته ، اذا كان ذلك مرغوبا فيه ٠ ويزود المنظم لهذا الغرض بمتمم يعمل على تنفيذ هذا الترتيب ٠

تحتاج بعض الاستعمالات الأخرى الى أن يبدأ المحرك على سرعة منخفضة ، ثم يوصل آليا على السرعة المرتفعة ، بشرط أن يكون قد مضى وقت محدد ٠ ويزود المنظم لهذا الغرض بمتمم توقيت بزمن محدد ٠

سوف نقوم بشرح منظمات السرعتين الآتية مع التوضيح بالرسم :

مغناطيسية : (١) منظم السرعتين فى المحركات ذات وحدتى ملفات منفصلتين

(٢) منظم السرعتين فى المحركات ذات الأقطاب المتعاقبة ٠

يدوى : (٣) المفتاح ذو الكامة للمحركات الثنائية السرعة ٠

منظم السرعتين ذو وحدتى ملفات منفصلتين :

يبين شكل ٥ ــ ٦٥ رسم توصيلات الاسلاك فى منظم سرعتين لتشغيل محرك ثلاثى الاوجه ذى وحدتى ملفات منفصلتين ٠ عند الضغط على زر عالى السرعة يمر التيار فى الملف هـ متسببا فى اقفال نقطتى التلامس هـ ، وموصلا بذلك ملفات السرعة العالية على الخط مباشرة ٠ ويقفل التلامس الاضافى هـ أيضا ، فيحفظ مرور التيار فى الملف هـ بعد رفع الضغط عن الزر عالى السرعة ٠ ويتسبب الضغط على زر الايقاف فى فتح التلامس الرئيسى ، فيقف المحرك ٠ ويحدث نفس الشىء عندما يمتنع مرور التيار فى الملف هـ نتيجة لحدوث تعد للحمل مستمر ٠

اذا ضغط على زر منخفض السرعة أثناء دوران المحرك على سرعة عالية ، فسوف يمتنع مرور التيار فى الملف هـ فى الحال بسبب ارتباط توصيلاته بتلامسات زر منخفض السرعة ٠ وسوف يمر التيار حينئذ فى الملف ل ، فتوصل ملفات السرعة المنخفضة على الخط ٠ ويمكن تزويد هـــذا المنظم بمتممات تقوم بمهمة تغيير السرعة من منخفض الى عال آليا ، بعد مرور وقت محدد ٠ وشكل ٥ ــ ٦ يبين رسما خطيا لهذا المنظم ٠

منظم السرعتين المستعمل مع محرك ذى ملفات بأقطاب متعاقبة

يبين شكل ٥ ــ ٦٧ رسما خطيا لمنظم يستعمل لتغيير سرعة محرك ذى سرعتين ، ملفاته بأقطاب متعاقبة ، وله عزم دوران ثابت ٠ تستعمل خمسة تلامسات للسرعة العالية ، ونحتاج الى ثمانية تلامسات رئيسية فى هـــذا النوع من المنظمات ٠ وتكون طريقة العمل كما يأتى : عند الضغط على زر منخفض السرعة تتكون دائرة من ل٢ خلال زر الايقاف ، فالتلامسين العلويين لزر عال السرعة ، فالتلامسين السفليين لزر منخفض السرعة ، فالملف ل ، ثم من تلامسى تعدى الحمل الى ل٣ ٠ وبذلك يمر التيار فى الملف ل فيقفل التلامسات ل ويوصل المحرك دلتـــا على التـــوالى للتشغيل على السرعة المنخفضة ٠ ويعمل تلامس مساعد على حفظ مرور التيار فى الملف ل ٠

عند الضغط على زر عالى السرعة يمر التيار فى الملف هـ ، فيقفل كل التلامسات الخمسة هـ ويوصل المحرك نجمة ثنائى على التوازى على الخط للسرعة المرتفعة . وتتصل أطراف المحرك ١ ، ٢ ، ٣ معا مكونة نقطة النجمة للتوصيل نجمة ثنائى على التوازى ، فى حين توصل أطراف المحرك ٤ ، ٥ ، ٦ على الخط .

يمكن تزويد هذا المنظم بمتممات تعمل على بدء المحـــرك على السرعة المنخفضة فقط أو ترفـــع سرعته من منخفضـــة الى عالية فى وقت محدد .

ولتوصيل هذا المنظم الى محركات ثنائية السرعة ، ذات قدرة بالحصـــان ثابتة ، وذات عزم دوران متغير ، يلزم تغيير توصيلات المحرك مع المنظم . وشكل ٥ ـ ٦٨ يبين رسما خطيا لمنظم موصل مع محرك ثنائى السرعة ، ذى عزم دوران ثابت .

مفتاح الكامة الدائرة للمحركات ذات السرعتين

يشبه هذا النوع من المفاتيح نوع المفتاح الاسطوانى الذى يحتوى على تلامسات ساكنة وتلامسات متحركة . وقد يعمـــل بالاشتراك مـــع مفتـــاح مغناطيسى على الخط ، للحصول على الحماية اللازمة ضـــد انخفاض الجهد وتعدى الحمل .

يبين شكل ٥ ـ ٦٩ رسما لهذا النوع من مفاتيح الكامةالدائرة ، يستعمل مع محرك ثنائى السرعة ، ذى وحـــدة ملفات واحدة ، وقدرته بالحصـــان ثابتة . يوصل هذا المحرك نجمة ثنائى على التـــوازى للسرعه المنخفضة ، ودلتـــا على التوالى عند التشغيل على السرعة المرتفعة . وتوجد مجموعتان من التلامسات المتحركة للسرعة المنخفضة ، ومجموعتان للسرعة المرتفعة . عندما تتحرك الكامة بحيث يحدث تلامس بين التلامسات المتحـ[illegible] عند ١ فى الشكل ، وبين التلامسات الساكنة (الدوائر الصـــغيرة) ، ينتج التشغيل على السرعة المنخفضة ، فاذا تحركت التلامسات المتحـــركة أكثـــر من ذلك ، بحيث يحدث تلامس بين التلامسات عند ٢ والتلامسات الساكنة ، فسوف يدور المحرك على السرعة المرتفعة .

منظمات التيار المتردد سريعة الايقاف

فى كثير من استعمالات المحركات ، يكون من اللازم وجود طريقة لوقف أو فرملة المحرك بسرعة ، لتأكيد الامان فى التشغيل وتوفير الوقت .

اثناء تهدئة المحرك سرعته ، يبعث فيـــه تيـــار فى الاتجاه الـــذى سوف يتسبب فى عكس اتجاه دورانه ، وحينئذ تفصل عنه القدرة فى الحال .

ويطلق على ذلك التنقيل ، ويحدث بعكس التيار فى طرفى التوصيل لمحرك ثلاثى الوجه ٠

ولعمل التنقيل ، تنشأ دائرة جديدة تكون لها قدرة العمل على عكس اتجاه دوران المحرك ، فى اللحظة التى يتم فيها فتح دائرة المحرك ، وسوف يتسبب ذلك فى ايقاف المحرك فى الحال ، وادارته فى الاتجاه المضاد ، فاذا فصل الخط فى اللحظة التى يقف فيها المحرك وقوفاً تاما ، ويكون على وشك أن يدور فى الاتجاه العكسى ، فسوف يبقى المحرك ساكنا ٠ ويستعمل متمم تنقيل للحصول على هذه النتيجة ٠ يوضع المتمم فوق المحرك ويشغل بوساطة حزام يأخذ حركته من عمود المحرك ٠ وتوجد بداخل المتمم تلامسات تقفل عندما يكون المحرك دائرا ، ولكنها تمنع التشغيل فى الاتجاه العكسى ، بأن تفتح حالما يحاول المحرك أن يدور فى الاتجاه المعاكس ٠ وتوجد تصميمات مختلفة لطرق تكوين هذه المتممات ، ولكن طريقة تشغيلها جميعها أساسا مثل الطريقة التى وصفناها ٠

ويبين شكل ٥ ــ ٧٠ رسما لتوصيل الاسلاك فى منظم ومتمم تنقيل ٠ ويستخدم بادىء على الخط من النوع العاكس ٠ ويمكن تتبع الرسم المبسط فى شكل ٥ ــ ٧١ أثناء الشرح الآتى للدائرة :

عند الضغط على زر البدء يمر التيار فى الملف ف ، فيتسبب فى اقفال التلامسات الرئيسية الثلاثة ف ، ويوصل المحرك على الخط ٠ وفى نفس الوقت يقفل التلامس المساعد ف١ ، وهو الذى يكون فى العادة مفتوحا ، فيعمل على حفظ مرور التيار فى الملف ف ٠ ويفتح التلامس المساعد ف٢ أيضا ، وهو الذى يكون عادة مقفلا ، وبذلك يمتنع مرور التيار فى الملف العاكس ر ٠ أما تلامسا متمم التنقيل فيقفلان بدوران المحرك ٠

اذا ضغط على زر الايقاف ، يمتنع مرور التيـار فى الملف ف ، فتفتح تلامسات المحرك مع الخط ، وتقفل التلامسات ف٢ ، وبذلك تكمل الدائرة خلال متمم التنقيل الى الملف ر ٠ وبمرور التيار فى الملف ر تقفل التلامسات الرئيسية ر ، فينتج عن ذلك مرور التيار فى المحرك فى الاتجاه العكسى ٠

يقف المحرك فى الحال ، وفى اللحظة التى يعكس فيها اتجاه دورانه يفتح تلامسا المتمم ، فيمتنع مرور التيار فى الملف ر ، وبذلك تفتح التلامسات الرئيسية ر ، وتقطع توصيل الخط الى المحرك ٠ ويمكن استخدام هذا المنظم للتنقيل فى أى الاتجاهين ٠

توجد طرق عديد يمكن استخدامها توقف محرك متعدد الاوجه بسرعة ، وفي واحدة منها يمرر تيار مستمر على جهد منخفض في أحد الاوجه بعد فتح مفتاح الخط الموصل الى المحرك مباشرة ·

تحديد الخلل وإصلاحه

سنفترض في هذا القسم أن المحرك والمصهر في حالة جيدة · وللتأكد من عدم وجود عيب بالمحرك ، أوصل مصابيح اختبار عند نهايات المحرك وتأكد من وجود التيار عند اقفال تلامسات المنظم · فاذا لم يكن هناك تيار ، يحتمل وجود الخلل في المنظم ·

حيث انه توجد عدة أنواع مختلفة وصناعات متباينة للمنظمات ، فسوف نبين الطريقة العامة لتحديد مصدر التعب ·

١ ــ اذا لم يبدأ المحرك الدوران عند اقفال التلامسات الرئيسية ، يحتمل أن يكون العيب :

(ا) فتح في ملف تسخين تعدى الحمل ، أو ضعف التوصيل ·

(ب) التلامسات الرئيسية لاتعمل · ليس من المستبعد أن يتآكل أحد التلامسات أو بعضها لدرجة تجعله لا يحدث التلامس المطلوب عند اقفاله · ويحدث نفس الشيء أيضا ، عندما تصبح التلامسات متسخة ، أو متربة ، أو محترقة ·

(جـ) كسر ، تفكك ، أو اتساخ توصيل النهايات ·

(د) تفكك أو كسر في التوصيلات ·

(هـ) فتح في وحدات المقاومة ، أو فتح في المحول الذاتي ·

(و) عائق على قلب المغناطيس يمنع التلامسات من أن تقفل ·

(ز) خلل ميكانيكي ، مثل الارتباط الميكانيكي ، أو المفصلات الفكية ، أو ضعف في شد اللولب ، وهكذا ·

٢ ــ اذا لم تقفل التلامسات عند الضغط على زر البدء ، يحتمل أن يكون العيب :

(آ) فتح في الملف الحافظ · ويمكن التحرى عن ذلك بتوصيل دائرة مصباح اختبار على نهايات الملف ، عند الضغط على زر البدء · فاذا أضاء المصباح عند الضغط على زر البدء ، ولكن الملف لم يتكهرب ، يكون العيب في الملف ·

(ب) اتساخ تلامسات زر البدء ، أو ضعف التلامس .

(ج) فتح أو اتساخ تلامسات زر الايقاف . واذا كانت عدة محطات موصلة على نفس المنظم ، يجب مراجعة كل محطة . وعند استخدام محطات أمام ـ عكس مرتبطة ببعضها ، راجع جميع التلامسات .

(د) تفكك أو فتح توصيلات النهايات .

(هـ) فتح تلامسات متمم تعدى الحمل .

(و) انخفاض الجهد .

(ز) ملف مقصور .

(ح) خلل ميكانيكى .

٣ ـ اذا فتحت التلامسات عند رفع الضغط عن زر البدء ، يحتمل أن يكون العيب :

(أ) التلامسات الحافظة لا تقفل اقفالا تاما ، أو تكون متسخة ، أو منخورة أو مفككة .

(ب) خطأ فى توصيل المحطة الى المنظم .

٤ ـ اذا انفجر مصهر عند الضغط على زر البدء ، يحتمل أن يكون العيب :

(أ) التلامسات متماسة أرضيا .

(ب) ملف مقصور .

(ج) تلامسات مقصورة .

٥ ـ اذا صدر ضجيج من المغناطيس اثناء تشغيله ، يحتمل أن يكون العيب :

(أ) كسر فى القطب المظلل مما يتسبب عنه الاصطكاك .

(ب) اتساخ وجه القلب .

٦ ـ اذا كان ملف المغناطيس محترقا أو مقصورا ، يحتمل أن يكون العيب :

(أ) تعد فى قيمة الجهد .

(ب) ازدياد كبير فى قيمة التيار بسبب كبر المسافة الهوائية الناتجة من القذارة ، أو عيب ميكانيكى .

(ج) كثرة تكرار التشغيل .

الباب السادس

ملفات منتج التيار المستمر

تشتمل العملية الكاملة للف المنتج على عدد من الخطوات التى تنفذ بالتتابع . وهذه هى أخذ المعلومات أثناء حل المنتج ، عزل القلب ، عمل الملفات ولفها بالشريط ، وضع الملفات فى المجارى ، صيل أطراف الملفات الى الموحد ، لحام الاطراف مع الموحد القصدير ، الاختبار ، لف الموحد على المخرطة ، التحميص والدهان بالورنيش .

اذا احتاجت منتجات كالمبينة باشكال ٦ ــ ١ أ ، ب ، جـ الى اعادة لفها ، فيجب جمع المعلومات الكافية فى أثناء عملية الحل ، لكى يتمكن الميكانيكى من اعادة لفها كما كانت ملفوفة أصلا بالضبط .

لوحة معلومات لمنتجات التيار المستمر

الصانع

الكيلووات القدرة بالحصان	اللفات فى الدقيقة	الفولت	الامبير
الدبدبات	النوع	الاطار	طريقة صنعه
درجة الحرارة	الطراز	العدد المسلسل	الوجه

اللفات لكل مجرى	عدد القضبان	عدد المجارى
	خطوة الملف	مقاس السلك
	منتصف المجرى الى	منتصف القضبان منتصف الميكا
	حطوة الموحد انطباقى	تموجى

وما لم تكن الانواع المختلفة للملفات والتوصيلات مألوفة لدى الميكانيكى ، فسوف يصبح من المستحيل عليه تقريبا أن يسجل المعلومات الضرورية • لذلك سوف نقوم بوصف الانواع المختلفة للملفات والتوصيلات ، واعطاء التوجيهات اللازمة لاعادة لف الاكثر أهمية •

اللف المثالى لمنتج صغير

يتكون أبسط أنواع الملفات من عدد من الملفات المتوالية ملفوفة بداخل مجارى المنتج ، وموصلة على التتابع الى الموحد • ويبين شكل ٦ ــ ٢ أ رسما لهذا الملف كما يظهر الموحد مفرودا من باب التبسيط • ويبين شكل ٦ ــ ٢ ب رسما تخطيطيا دائريا لنفس الملفات •

وعلى كل حال ، يجب عزل المجارى قبل لف المنتج ، وذلك لمنع الاسلاك من لمس القلب الحديدى واحداث تماسات أرضية • وكما حدث فى الانواع الاخرى من المحركات ، يوضع العازل الجديد من نفس النوع ، وبنفس سمك العازل المزال • ويقطع العازل فى المنتجات الصغيرة ، بحيث يبرز ما يقرب من $\frac{1}{8}$ بوصة على ناحيتى مجارى المنتج ، ويرتفع عن المجرى بما يقرب من ¼ بوصة ، كما هو مبين بشكل ٦ ــ ٣ • ومن الضرورى أيضا عزل عمود المنتج بوضع عدة لفات من الشريط العازل حوله • وتكون الرقيقة الطرفية مصنوعة من الفبر عادة ، فتحمى الملفات من الالتماس الارضى • وهى موضوعة على العمود وتمتد خارجه حتى قاع المجارى ، كما هو مبين بشكل ٦ ــ ٤ •

طريقة اللف

المنتجات الصغيرة ، كتلك التى تستعمل فى منظفات الفراغ ، والمثاقيب ، يمكن امساكها بيد واحدة ، كما هو موضح بشكل ٦ ــ ٥ • والمنتجات الكبيرة تركب بين حصانين ، كما هو موضح بشكل ٦ ــ ٦ •

على فرض أن عندنا منتجا بثمانية مجار ، تكون طريقة اللف كما يأتى :

ضع عازلا فى المجارى • اختر أى مجرى وسمه مجرى رقم ١ • لف العدد اللازم من اللفات فى المجارى بالخطوة المناسبة ، ثم اصنع خية معقودة كما هو مبين بشكل ٦ ــ ٧ • شد السلك شدا كافيا ، بحيث يكون اللف محكما بدون أن ينقطع السلك • اصنع الخية عند نهاية الملف الاول وبداية الملف الثانى • ابدأ الملف الثانى فى المجرى ٢ ، ولف الملفات بنفس عدد لفات الملف ١ وتأكد من أن خطوة الملف هى نفسها خطوة الملف ١ •

اصنع خية عندما ينتهى الملف الثانى ، ثم ابدأ اللف فى المجرى ٣ • استمر على هذا المنوال حتى تلف تسع ملفات • صل الطرف النهائى للملف الاخير بالطرف الابتدائى للملف الاول • وعندما ينتهى لف المنتج سوف يصبح فى كل مجرى جانبى ملف • ويبين شكل ٦ ــ ٨ لفا لمنتج ذى تسعة مجار خطوة فخطوة • هذا النوع من اللف ، الذى تعمل فى نهاية كل ملف فيــه خيــة ، يطلق عليه اسم اللف ذو الخية •

وضع الخوابير فى المجارى

بعد لف المنتج ، تكون العملية التالية اقفال المجارى ، وذلك حتى لا تطير الاسلاك فى الهواء أثناء دوران المحرك بسرعته الكاملة • والطريقة موضحة فى شكل ٦ ــ ٩ • اقطع العازل بحيث يكون ممتدا خارج المجرى $\frac{٣}{٣٢}$ من البوصة تقريبا • استعمل قطعة من الفبر لكى تضغط أحد جانبى العازل فى المجرى ، ثم الجانب الآخر من الشريط العــــازل فى المجرى • ادفع خابورا خشبيا (أو من الفبر) بالمقاس داخل المجرى فوق العــــازل • فى المنتجات الكبيرة العازل بحذاء السطح العلوى للمجرى ، ثم تربط •

ترحيل الاطراف

ان توصيل أطراف الملفات الى قضبان الموحد الصحيحة هــو من أهــم العمليات فى لف المنتج • ويمكن وضع أطراف الملفـــات فى قضـــبان موجودة فى أحد أوضاع ثلاثة مختلفة ، على حسب الوضع الاصلى • اذا نظرنا الى أحد المجارى من ناحية الموحد ، يمكن ترحيل الاطراف الواصلة الى الموحد الى اليمين ، أو الى اليســـار ، أو يمكن وضـــعها على اســـتقامة المجـــرى • وتستعمل الطريقة الآتية لتحديد وضع الاطراف فى الموحد • مد قطعة من الخيط أو الدوبار خلال منتصف المجرى ، كما هــو مبين بشكل ٦ ــ ١٠ • لاحظ ما اذا كانت على استقامة أحد قضبان الموحد أو الميكا التى بينها • اذا كانت المعلومات المأخوذة تنص على ترحيل الطرف ثلاثة قضـــبان الى اليمين ، ضع طرف أول ملف على مسافة ثلاثة قضبان الى اليمين ، آخـــذا فى الحساب القضيب الذى على استقامة المجرى ١ • تأتى جميـــع الاطراف بعد ذلك متتابعة ، كما هو مبين بشكل ٦ ــ ١١ • اذا كان منتصف المجرى على استقامة الميكا ، اعتبر أن القضيب الذى الى يمين الميكا هـــو القضيب رقـــم ١ •

الملفات التى تحتوى على أكثر من ملف بكل مجرى

فى المنتج الذى تمت مناقشته حتى الآن كان عدد المجارى مساويا لعدد قضبان الموحد • وهـــذا لا ينطبق على كل المنتجات ، فبعضها يحتوى على عدد من قضبان الموحـد يساوى ضعف عدد المجارى ، كمـا يحتمل أن يكون عدد القضبان يساوى ثلاثة أضعاف عد المجارى • وفى منتج من هذا النوع يكون عدد الملفات دائما مساويا لعدد القضبان ، وعلى ذلك فالمنتج الـــذى يحتوى على تسعة مجار وثمانية عشر قضيبا يكون عدد الملفات به ثمانية عشر ملفا • وطريقة لف مثل هذا المنتج هى نفسها بالضبط طريقة اللف ذى الخية ، فيما عدا أن كل مجرى يحتوى على خيتين •

لف منتج ذى خيات بعدد قضبان الموحد مساو لضعف عدد المجارى

افرض أن عدد المجارى تسعة ، وعدد القضبان ثمانية عشر • وطريقة لف هذا المنتج يحتوى على ملفين لكل مجرى تكون كما يلى :

لف الملف الاول فى المجارى ١ ، ٥ بنفس الطريقة التى اتبعتها فى اللف ذى الخية البسيطة • اصنع الخية • ولف الملف الثانى فى نفس المجريين • اصنع خية ، ثم ابدأ الملف الثالث فى المجرى ٢ • استمر عن هذا المنوال بلف ملفين قبل الانتقال الى المجرى التالى • ويجب أن يصبح شكل الملفات كتلك التى تظهر فى شكلى ٦ ــ ١٢ ، و ٦ ــ ١٣ • كما يجب أن يكون لكل مجرى خيتان • وللتمييز بين الخية الاولى والثانية لكل مجرى ضع غلافين مختلفى اللون على كل خية أو يمكن عمل الخية الثانية فى كل مجرى أطول من الخية الاولى • وهذه الطريقة تمكن القائم باللف من وضع الاطراف على قضـــبان الموحد المضبوطة ، بدون الحاجة الى اختبار كل طرف •

اللف الانطبـــاقى

تنقسم ملفات المنتج الى نوعين رئيسيين : الملفات الانطباقية ، والملفات التموجية • وينحصر الفرق بينهما فى طريقة توصيل الاطراف الى قضـــبان الموحد • ويمكن تقسيم اللف الانطباقى الى ثلاث طـرق : اللف الانطباقى البسيط ، واللف الانطباقى المزدوج ، واللف الانطباقى الثلاثى •

فى حالة اللف الانطباقى البسيط ، يوصل الطرفان الابتدائى والنهائى للملف الى قضيبين متجاورين على الموحد ، كما هو مبين بشكل ٦ ــ ١٤ • وبذلك يكون الطرف النهائى للملف الاول موصـــلا الى نفس قضـــيب الموحد الموصل اليه الطرف الابتدائى للملف الثانى ، وهكذا •

في حالة اللف الانطباقي المزدوج ، يوصل الطرف النهائي للملف على بعد قضيبين من طرفه الابتدائي ، كما يظهر في شكل ٦ ـ ١٥ • وبذلك يكون الطرف النهائي للملف الاول موضوعا في نفس قضيب الموحد الموضوع فيه الطرف الابتدائي للملف الثالث ، ونهاية الملف الثالث في نفس القضيب مع بداية الملف الخامس ، وهكذا •

في حالة اللف الانطباقي الثلاثي ، يوصل الطرف النهائي للملف على بعد ثلاثة قضبان من الطرف الابتدائي له ، كما هو موضح بشكل ٦ ـ ١٦ • وبذلك يكون الطرف النهائي للملف الاول موصلا مع الطرف الابتدائي للملف الرابع على نفس قضيب الموحد ، وتكون نهاية الملف الرابع موصلة مع بداية الملف السابع ، وهكذا •

ويستعمل اللف البسيط في معظم الاحيان على المنتجات الصغيرة والمتوسطة الحجم ، ولايستعمل اللف الثنائي والثلاثي الا في أضيق الحدود • ولكن اذا أردنا تشغيل محرك على جهد أقل من جهده العادي ، يمكن تنفيذ ذلك باعادة لفه ، مع تحويل اللف مع النوع البسيط الى النوع المزدوج أو الثلاثي • ويجب أن تتلامس الفرش المستعملة مع المنتجات المزدوجة اللف مع قضيبين على الاقل من قضبان الموحد ، في حين يجب أن تتلامس الفرش المستعملة في حالة اللف مع ثلاثة قضبان على الاقل •

والقول بأن أي لف ، يكون فيه الطرفان الابتدائي والنهائي لنفس الملف موصلين الى قضيبين متجاورين ، هو لف انطباقي بسيط ، هذا القول يكون صحيحا مهما كان عدد الاقطاب في المحرك • ولتوضيح اللف الانطباقي ، سوف نقوم بوصف أنواع عدة من ملفات المنتج •

اللف الانطباقي ذو الخيات

يبين شكل ٦ ـ ٧ لفا انطباقيا بسيطا يحتوي على ملف لكل مجرى ، فهذا المنتج ذو المجاري التسعة يحتوي على تسعة ملفات ، واحد لكل مجرى • ويجب أن يكون عدد المجاري في هذا المنتج مساويا لعدد قضبان الموحد وتوصل الخيات الى قضبان الموحد بالتتابع • كما هو واضح بشكل ٦ ـ ١٧ •

شكل ٦ ـ ١٨ يبين لفا انطباقيا بملفين لكل مجرى ، ويحتوي المنتج ذو المجاري التسع ، في هذه الحالة ، على ثمانية عشر ملفا • ويجب أن يكون عدد قضبان الموحد ضعف عدد المجاري ، وذلك لانه توجد ثمان عشرة خية ، وتحتاج كل خية الى قضيب موحد • وتكون احدى الخيات قصيرة ،

كما هو مبين ، والثانية طويلة ، وذلك حتى يمكن وضع الاطراف فى القضبان بالترتيب الدائرى المضبوط ٠

ويمكن أن تحتوى الملفات ذات الخيات على ثلاثة ملفات لكل مجــرى أيضا ٠ وفى هذه الحالة يجب أن يكون عدد قضبان الموحد أضـــعاف عدد المجـــارى ٠

اللف الانطباقى بدون خيات

يمكن ، فى حالة اللف الانطباقى ، وضع الطرف الابتدائى للملف ، بعد كل لفة مباشرة ، فى قضيب الموحد الصــحيح ، ثم وضع الاطراف النهائية فى القضبان الصحيحة بعــد لف المنتج بأكمله ٠ ويســتلزم ذلك ترك الطرف النهائى لكل ملف حرا ، حتى يتم لف كل الملفات ٠

منتج بملف لكل مجرى

فيما يلى الطريقة التى تتبع فى لف وتوصيل منتج يحتوى على ملف لكل مجرى :

ابدأ بأى مجرى ، ولف ملفا كاملا فى مجريين يبعد أحدهما عن الآخر الخطوة الصحيحة ، ضع بداية الملف ١ فى قضيب الموحد الصحيح ، واترك الطرف النهائى حرا لتوصيله بعد لف المنتج بأكمله. بهذه الطريقة ، تاركا كل الاطراف النهائية بدون توصيل ، كما هو مبين بشكل ٦ ــ ١٩ ٠ بعــد لف كل الملفات ، صل كل الاطراف العلوية ، أو النهائية ، إلى الموحد . ضع كل طرف علوى فى القضيب المجاور للطرف السفلى لنفس الملف ، لكى ينتج لف انطباقى بسيط . مثل ذلك المبين بشكل ٦ ــ ٢٠ ٠

منتج بملفين لكل مجرى

المنتجات ذات اللف الانطباقى البسيط ، التى تحتوى على ملفين لكــل مجرى ، شائعة الاستعمال أكثر من تلك التى تحتوى على ملف واحد لكل مجرى ٠ وفيما يلى طريقة لف هذا النوع من المنتجات :

ابدأ اللف بسلكين ، وضع الطرفين الابتدائيين فى قضيبى الموحــد المعينين حسب المعلومات المأخوذة ٠ اقطع السلك بعد لف عــدد اللفات الصحيح فى المجارى ، واترك الاطراف النهائية حرة ، كما يظهر فى شــكل ٦ ــ ٢١ ٠ ابدأ الملف التــالى على بعد مجرى واحد الى يمين مجــرى الاول ، عند النظر اليه من ناحية الموحد ٠ (عند اتجاه اللف الى ناحية اليســار ،

يطلق عليه لف يسارى وعند اتجاهه ناحية اليمين ، يطلق عليه لف يمينى) •
اتبع هذه الطريقة ، حتى يتم لف كل الملفات ، ثم ضع الاطراف العلوية ،
أو النهائية فى قضبان الموحد الصحيحة ، بالتتابع ، وهذا مبين بشكل ٦ ــ ٢٢ •

واذا كان من الصعب التمييز بين الأطراف بعــد لف كل الملفات تستخدم الطريقة الآتية لتعيين الأطراف العلوية المضـبوطة للتوصيل الصحيح • استعمل دائرة مصباح الاختبار كما هو مبين بشكل ٦ ــ ٢٣ ، وضع أحد طرفى الدائرة على قضيب موحد ، والطرف الثانى على كل من الأطراف المتروكة ، حتى تعثر على واحد منها ، يضىء معه المصباح • هـذا الطرف يجب وضعه فى قضيب الموحد المجاور للطرف الابتدائى •

تستعمل غلافات بألوان مختلفة فى بعض الأحيان للتمييز بين الأطراف ، فيستعمل أحد الألوان للطرفين الابتدائى والنهائى للملف الأول ، ولون آخر للملف الثانى فى نفس المجـرى ، ويستعمل مع الملف الثالث نفس اللون المستعمل مع الملف الأول ، وهكذا • وسوف يكون من الضرورى اختبـار الطرف العلوى الأول ، ثم تميز الألوان جميع الأطراف الباقية •

ويمكن للتمييز بين أطراف ملفين فى نفس المجرى عمل أطراف قصـيرة وأطراف طويلة ، وبذلك يمكن عمل التوصيل الصحيح •

منتج بثلاثة ملفات لكل مجرى

تلف المنتجات الانطباقية اللف ذات الملفات الثلاثة لكل مجرى بنفس الطريقة التى تلف بها المنتجات ذات الملفين • وتخرج من كل مجرى ثلاثة أطراف علوية وثلاثة أطراف سفلية • وهذه الأطراف توضـع فى قضبان متتالية من الموحد ، كما حدث فى حالة الملفات ذات الملفين لكل مجرى ، كما يميز بين الأطراف بطريقة مشابهة • يبين شكل ٦ ــ ٢٤ ثلاثة ملفات فى مجرى واحد •

اللف بالملف

الملفات التى تم شرحها حتى الآن هى ملفات باليد ، وفيها تلف اللفات فى المجارى واحدة فواحدة • وتستخدم هذه الطريقة فى المنتجات الصغيرة ، ولكن فى المنتجات الكبيرة (وفى عدد ضئيل من الصغيرة) تلف الملفات على ضبعة كوحدة ، ثم توضع فى المجارى كوحدة كاملة • وتوصــل أطراف الملفات فى المنتجات الملفوفة الى الموحد ، بنفس الطريقـة التى توصل بها فى المنتجات الملفوفة يدويا • وطريقة اللف والتغطية بالشريط ، ثم وضع

الملفات فى المجارى تشبه تلك التى اتبعناها مع المحركات الثلاثية الوجه . شكل ٦ ـ ٢٥ يبين عدة ملفات فى منتج ملفوف بالملف ويحتوى على ملفين لكل مجرى .

الملفات التموجية

توجد ثلاثة أنواع من اللف التموجى ، وهى اللف التموجى البسيط ، واللف التموجى المزدوج ، ثم اللف التموجى الثلاثى .

الفرق بين اللف التموجى واللف الانطباقى يكون فى موضع أطراف المنتج على الموحد ، ففى حالة اللف الانطباقى البسيط ، يوصل الطرفان الابتدائى والنهائى لنفس الملف الى قضيبى موحد متجاورين . وفى حالة اللف التموجى البسيط يوصـــل الطرفان الابتدائى والنهائى للملف الى قضيبى موحـد متباعدين تباعدا كبيرا ، وعلى ذلك فهما يوصلان فى حالة محرك ذى أربعـة أقطاب الى قضيبين على جانبين متقابلين من الموحد ، وفى حالة محرك ذى ستة أقطاب يوصلان الى قضيبين متباعدين بمقدار ثلث عدد القضبان . فى اللف التموجى اذن ، يوصل الطرفان الابتدائى والنهائى للملف الى قضيبين متباعدين بعدد من قضبان الموحد ، يتوقف على عدد الأقطاب فى المحـرك وعلى عدد قضبان الموحد . فى اللف الانطباقى يتجه طرفا الملف أحدهما نحو الآخر ، كما هو مبين بشكل ٦ ـ ٢٦ . فى اللف التموجى يتباعد طرفا الملف عن بعضهما كما هو مبين بشكل ٦ ـ ٢٧ .

فى حالة اللف التموجى لمحرك ذى أربعة أقطاب . يجب أن يمر التيار فى ملفين على الأقل ، قبل أن يصل الى القضيب المجاور لنقطة البدء ، وفى محرك ذى ستة أقطاب يمر التيار فى ثلاثة ملفات ، قبل أن يصل الى قضيب مجاور . المحركات ذات القطبين لا يمكن لفها لفا تموجيا .

خطوة الموحد

يطلق على عدد القضبان بين طرفى الملف خطوة الموحـد ، ويكتب عادة خ. م. ، وعلى ذلك

$$\text{خ.م.} = \frac{\text{عدد قضبان الموحد} \pm 1}{\text{عدد أزواج الأقطاب}}$$

فاذا فرضنا محركا ذا أربعة أقطاب ، وعدد قضبان الموحد ٤٩ قضيبا .

$$\text{خ.م.} = \frac{49 \pm 1}{2} = \text{٢٤ أو ٢٥ قضيبا .}$$

ويعبر عن عدد القضبان عادة ب ١ ، ٢٥ أو ١ ، ٢٦ • وعلى ذلك ، اذا كانت خطوة الموحد ٢٤ قضيبا ، توضع الأطراف فى القضيبين ١ ، ٢٥ ، كما هو مبين بشكل ٦ ـ ٢٨ • واذا كانت خطوة الموحد ٢٥ قضيبا ، توضع الأطراف فى القضيبين ١ ، ٢٦ •

اللف المتقدم واللف المتقهقر

يمكن أن يكون لخطوة الموحد احدى قيمتين ، تبعا للمعادلة المعطاة • فاذا استعملت القيمة الأصغر ، فسوف يدور المحرك فى أحد الاتجاهين ، واذا استعملت القيمة الأكبر ، فسوف يدور المحرك فى الاتجاه المضاد • وتعرف هذه التوصيلات باللف المتقهقر ، واللف المتقدم ، وهى تستعمل فى حالتى اللف الانطباقى واللف التموجى • فى حالة اللف الانطباقى المتقدم البسيط ، يصب التيار المار فى ملف عند القضيب التالى لنقطة البدء ، وهذا النوع مبين بشكلى ٦ ـ ٢٩ ، و ٦ ـ ٣١ • وفى حالة اللف الانطبـاقى المتقهقر البسيط ، يصب التيار المار فى ملف عند القضيب السابق لنقطة البدء ، وهذا النوع يظهر فى شكلى ٦ ـ ٣٠ ، و ٦ ـ ٣٢ •

اذا تحول التوصيل من متقدم الى متقهقر ، فان المنتج سوف يدور فى الاتجاه المضاد •

فى حالة اللف التموجى المتقدم البسيط لمحـرك ذى أربعـة أقطـاب ، يصب التيار المار فى ملفين موصلين على التوالى عند القضيب التالى لنقطة البدء • ويبين شكلا ٦ ـ ٣٣ ، و ٦ ـ ٣٥ لفا تموجيا متقدما بسيطا بأربعة أقطاب • وفى حالة اللف التموجى المتقهقر البسيط ، يصب التيار المار فى ملفين موصلين على التوالى عند القضيب السابق لنقطة البـدء • ويظهر هذا النوع فى شكلى ٦ ـ ٣٤ ، و ٦ ـ ٣٦ •

يبين شكل ٦ ـ ٣٧ التوصيلات للف انطباقى متقدم ، بملفين لكل مجرى • ويبين شكل ٦ ـ ٣٨ عدة ملفات للف انطباقى متقهقر •

تبين الأشـكال ٦ ـ ٣٩ و ٦ ـ ٤٠ و ٦ ـ ٤١ و ٦ ـ ٤٢ و ٦ ـ ٤٣ التوصيلات الخاصة بكل من النوعين للف التموجى فى حالة منتجات ذات ٢٣ مجرى ، ٤٥ قضيبا وتحتوى على ملفين لكل مجرى •

التوصيلات المعادلة

تعرف التوصيلات المعادلة أيضا باسم التوصيلات المتقاطعة ، وهى تستعمل فى منتجات التيار المستمر الكبيرة لكى تقلل من مرور التيارات

المحلية · وتنشأ هذه التيارات المحلية عادة نتيجة لعدم تساوى المسافة الهوائية بين الأقطاب والمنتج ، ويمكن التخلص منها بتوصيل قضبان الموحد المتساوية الجهد معا · ويتوقف تعيين القضبان التى توصل معا على عدد الأقطاب فى المحرك ، وعلى عدد قضبان الموحد · ولما كانت التوصيلات المعادلة تستعمل فى الغالب مع المحركات التنافرية ، فقد نوقش هذا الموضوع بتفصيل أكبر فى الباب الثالث · ويجب ملاحظة أن التوصيلات المعادلة تستعمل مع الملفات الانطباقية فقط ·

طريقة إعادة اللف

اخذ المعلومات

فى أثناء عملية حل المنتج ، يجب تسجيل المعلومات الكافية ، التى تمكن القائم باللف من اعادة لفه على الوجه الصحيح · وتستعمل الطريقة الآتية فى كثير من المحال :

عد المجارى وقضبان الموحد · سجل مقدار ترحيل الأطراف بعمل علامات على المجريين ، وقضبان الموحد الخاصة بملف معين ، كما يظهر فى الأشكال ٦ ــ ٤٤ و ٦ ــ ٤٥ و ٦ ــ ٤٦ · وتصنع العلامات الموضحة بالرسومات اما بمبرد أو ذنبة ، وهذه العلامات تسجل كلا من خطوة الملف ، وترحيل الطرف ، وهى عملية مهمة ، حيث أن الخطأ فى ترحيل الأطراف سوف يؤدى الى حدوث شرارة وسوء التشغيل · خذ خطوة الملف فى نفس الوقت ، واذا كان المنتج ملفوفا بالملف ، فسوف يكون من اللازم رفع عدة ملفات · سجل مقدار الحيز الجانبى بقياس المسافة التى تمتدها الملفات بعد نهاية المجارى ·

عين عدد الملفات لكل مجرى ونوع اللف ، أى يدوى أو على ضبعه ، بخيات ، يمينى ، يسارى ، فى اتجاه عقربى الساعة ، وهكذا · عد اللفات فى كل ملف ، فاذا كان ذلك صعبا ، اقطع الملف وعد أطراف الأسلاك عند القطع ·

اذا كان المنتج يحتوى على ملف مجرى ، فقد يكون من الضرورى أن تعد جميع اللفات فى المجرى ثم تقسم على ٢ ، لكى تحصل على عدد اللفات فى كل ملف · اذا كان المنتج كبيرا ، احتفظ بملف لكى يكون لديك المقاس اللازم لعمل ضبعة للملفات الجديدة · عين مقاس السلك بوساطة

معاير سلك أو ميكرومتر ٠ وسجل كذلك نوع غطاء السلك ، كقطن مفرد بالمينا ، فورمفار ، أو مهما يكن نوعه ٠ سجل نوع العازل فى المجرى ٠

تحـــذير : حاول على قدر الامكان عدم المساس بالرقائق ، ولا تكسر عوازل الفبر الجانبية ٠ تأكد أن العازل قد أزيل تماما من المجارى ٠ فك لحام الأطراف من الموحد ، واذا انكسرت الأطراف وهى بداخل القضبان ، استعمل سلاح منشار يدوى لاستخراج الأجزاء النحاسية المكسورة من القضبان ٠ استعمل لذلك سلاحا بحيث لا يكون مقدار القطع الذى يصنعه فى القضيب أكبر فى المقاس من قطر السلك الجديد ، وتستخدم لهذا الغرض آلة مبينة بشكل ٦ ــ ٤٧ ٠

تكون الخوابير فى العادة ممسكة باحكام فى المجارى بحيث يصبح من الصعب رفعها ٠ ضع أسنان سلاح منشار يدوى فوق الخابور ، كما هو مبين بشكل ٦ ــ ٤٨ واطرق عليه بالمطرقة بلطف ، بحيث تنغرس الأسنان فى الخابور ٠ ثم يطرق على السلاح من الجانب ، لكى تنغرس أسنانه أكثر عمقا فى الخابور ، ولكى تدفع الخابور فى نفس الوقت خارج المجرى ٠ وفى طريقة أخرى للحل ، شائعة الاستعمال ، يسخن المنتج أو يمرر عليه لهيب بورى لتليين الورنيش ٠ وتزال الملفات بقطعها عند ناحية ، وسحب الأسلاك من الناحية الأخرى ٠

لحام الموحد بالقصدير :

بعد اعادة عزل المنتج ، واعادة لفه ، ووضع الأطراف فى الموحد ، تصبح الخطوة التالية لحام الأطراف ، اما بمكوى لحام بالكهربا أو بمكوى لحام غاز ٠ وتستعمل المكاوى الكهربية عموما مع المنتجات الصغيرة ، وتستعمل مكاوى الغاز مع المنتجات الكبيرة ٠ ويتوقف حجم المكوى المستعملة على حجم الموحد ٠

وتكون الطريقة كما يأتى : ضع معجون اللحام على كل سلك بداخل قضيب الموحد ٠ (يصنع نوع جيـــد من المعجون بسحق الصمغ واضافة كحول اليه لكى يتحول الى عجينة ٠ يمكن استعمال معجون اللحام التجارى ، اذا كان يمسح بالكحول بعد اللحام) ٠

ضع طرف مكوى اللحام على الموحد ، كما هو مبين بشكل ٦ ــ ٤٩ ، وانتظر حتى تنتقل الحرارة من المكوى الى سطح قضيب الموحـــد المراد لحامه ٠ هـــذا الانتقال الحرارى يحدث عنـــدما يبدأ المعجون فى عمـــل فقـــاعات ٠

ضع مادة اللحام على الموحد بجانب المكوى ، واتركها تنصهر ، ثم تسيل داخل مجرى الموحد ، وذلك قبل أن ترفع المكوى · دع مادة اللحام تسيل حول الأطراف بأكملها ، ولكى تمنع مادة اللحام من أن تسيل الى الناحية الخلفية من الموحد فتتسبب فى عمل دوائر قصر ، ارفع طرف المنتج بحيث تسيل مادة اللحام الى الناحية الأمامية · ولمنع مادة اللحام من أن تسيل من قضيب الى آخر ، تمسك المكوى بالطريقة المبينة بشكل ٦ ـ ٥٠ ·

ربط المنتج :

تستعمل الأربطة على المنتج لحفظ التوصيلات الى الموحد فى مكانها · يستخدم رباط حبل على المنتجات الصغيرة لمنع الأطراف من التطاير من المجارى أثناء دوران المنتج ، وتستخدم أربطة من الصلب فى المنتجات الكبيرة لنفس الغرض ، كما تستخدم أربطة من الصلب فى المنتجات الكبيرة ذات المجارى المفتوحة ، وذلك لمنع الملفات من التطاير خارج المجارى ·

أربطة الحبال :

شكل ٦ ـ ٥١ يبين الطريقة التى تستعمل للربط بالحبل على منتج ، وتجب ملاحظة التوجيهات الآتية :

استعمل المقاس المناسب من الحبل ، غليظا فى المنتجات الكبيرة ، ورفيعا فى المنتجات الصغيرة · ابدأ من الناحية القريبة من الموحد ، ولف عدة لفات فى طبقات ، تاركا ما يقرب من ٦ بوصات من البداية طليقا · بعد لف عدة لفات ،اصنع خية عند البداية ، كما هو مبين عند ٣ على الرسم ، ثم لف عدة لفات أخرى فوق الخية · أمرر طرف الحبل الرابط من خلال الخية ، ثم شد على الطرف الطليق · وسوف يؤدى ذلك الى شد الطرف تحت الحبل الرابط ، بحيث تضمن بقاءه فى هذا الوضع ، ويمكنك بذلك قطع الزيادة فى الحبل عند هذا المكان · استعمل ضغطا كافيا أثناء اللف بحيث يصبح الحبل محكم الربط ·

أربطة الصلب :

تحتاج بعض المنتجات ذات المجارى المفتوحة الى أربطة من الصلب ، لمنع الملفات من التطاير من المجارى أثناء دوران المنتج · وتوضع أربطة الصلب على الناحية الأمامية والناحية الخلفية من الملفات ، ويكون وضعها بطريقة تختلف عن تلك التى تتبع مع أربطة الحبال · وشكل ٦ ـ ٥٢ يبين الطريقة ، وهى كما يلى :

ضع المنتج على مخرطة ، وضع ورق ميكا عازل فى مجرى الرباط حول المنتج بأكمله ، لكى تعزل الرباط عن جوانب الملفات • احفظ العازل فى مكانه بربط لفة من الحبل حوله • ضع أشرطة صغيرة من الصفيح أو النحاس تحت الحبل ، على أبعاد متساوية حول المنتج لضمان بقاء الرباط بعد لفه • استعمل نفس مقاس سلك رباط الصلب كما فى الرباط الأصلى •

يجب وضع اربطة الصلب بضغط أكثر بكثير مما تحتاج اليه أربطة الحبال • ويكون من اللازم لذلك استخدام جهاز يطلق عليه ماسك السلك لعمل الضغط المطلوب • ويتكون هـذا الجهاز من قطعتين من الفبر ، مربوطتين معا بوساطة مسمارين محويين وصامولتين من ذات الجناح ، ويمرر سلك رباط الصلب خلال هذا القابض الى المنتج • اربط القابض جيدا على مخرطة أو منضدة شغل ، بحيث يمكن ان يبقى ثابتا أثناء ربط المنتج • مرر السلك خلال القابض الى المنتج ، وذلك أثناء لف هذا الاخير ببطء • يجب الاهتمام بعدم بذل ضغط أكبر من اللازم على السلك ، والا فسوف ينقطع • بعد وضع الرباط على الملف ، اثن شريط النحاس أو الصفيح فوقه ثم الحم الرباط بأكمله بالقصدير • استمر فى عمل الرباط الذى يليه •

اختبار الملفات الجديدة

بعد اتمام اعادة اللف وعمل التوصيلات ، يصبح من المهم اختبار كل من الملفات والتوصيلات من ناحية القصورات ، التماسات الارضية ، دوائر الفتح ، وصحة التوصيلات • ويجب اجراء ذلك قبل دهان الملفات بالورنيش ، وذلك حتى يتسنى العثور على الخطأ واصلاحه بمجهود أقل • وسوف تجد التعليمات المفصلة الخاصة بعمل هذه الاختبارات فى الجزء الخاص بتحديد الخلل والاصلاحات ، فيما بعد •

التحميص والدهان بالورنيش

بعد أن يتم لف المنتج ولحامه وربطه واختباره ، تكون العملية التالية هى الدهان بالورنيش • وهذا الاجراء يجعله غير قابل لامتصاص الرطوبة ، ويمنع اهتزاز ملفات السلك فى المجارى ، وقد يؤدى هذا الاهتزاز الى تجريح العازل على السلك ، فيسبب قصورات • وتعمل الرطوبة أيضا على تآكل العازل على الاسلاك •

ويكون دهان المنتج بالورنيش ، اما مع التجفيف الهوائى ، أو مع التحميص • ويستعمل التجفيف الهوائى مع دهان الورنيش فى المنتج ، اذا

كان التحميص غير مرغوب فيه ، أو غير مريح . ولكن تأثيره لا يرقى الى درجة التحميص مع الدهان ، وذلك لانه لا يمكن التخلص من الرطوبة ، الا بالتحميص فقط .

عند استعمال التحميص مع دهان الورنيش ، ضع المنتج فى فرن تحميص عند درجة حرارة تبلغ ٢٥٠ درجة فهرنهيت لمدة ثلاث ساعات تقريبا لازالة كل الرطوبة ، واترك ورنيش التحميص يسيل . ارفع المنتج من الفرن ، واغمسه فى الورنيش ، ثم اترك الورنيش يتساقط منه لمدة نصف ساعة . نف العمود والموحد بالشريط لتمنع التصاق الورنيش بهما ، والا فسوف يكون من اللازم «كحطهما» بعد أن ينشف الورنيش . ضع المنتج مرة ثانية فى الفرن عند نفس درجة الحرارة ، ودعه لمدة ثلاث ساعات أخرى . بعد أن يتصلب الورنيش ، يمكن خرط الموحد على المخرطة .

تحديد الخلل وإصلاحه

الاختبــار

من المتبع عادة اختبار الموحد ، قبل محاولة نف المنتج ، ويكون ذلك لتسهيل عملية الاصلاح فى حالة ما اذا كان بالموحد أى عيب . ويختبر الموحد للتحرى عن وجود قضبان متماسة مع الارض ، وقضبان مقصورة .

اختبار الموحد المتماس مع الارض

يكون الموحد متماسا مع الارض عندما يتلامس أحد قضبانه أو أكثر مع قلبه الحديدى . استعمل دائرة مصباح الاختبار ، وصلها كما يظهر فى شكل ٦ ـ ٥٣ . اربط أحد طرفى دائرة الاختبار مع عمود المنتج باستمرار ، وصل طرف الدائرة الآخر الى أحد قضبان الموحد ، فاذا كان القضيب معزولا عزلا لا عيب فيه ، فلن يضىء المصباح . لا يجب أن يحدث أى شرر أو قوس كهربى بين القضيب والارض . ضع طرف دائرة الاختبار على القضيب التالى ، واجر الاختبار بنفس الطريقة ، كما سبق ، واستمر حتى تختبر جميع القضبان . اذا أضاء المصباح عند لمس أى قضيب ، دل ذلك على وجود تماس أرضى عنده .

اختبار الموحد المقصور

يستخدم الاختبار الموضح بالرسم فى شكل ٦ ـ ٥٤ ، لكشف العيوب الموجودة فى الميكا التى بين القضبان . ضع أحد طرفى دائرة الاختبار على

إحد قضبان الموحد ، وانطرف الآخر على القضيب المجاور • لاينبغى ظهور أى ضوء فى مصباح الاختبار ، فاذا لوحظ وجود أى ضوء ، كان معنى هذا وجود قصر بين القضيبين المتلامسين مع طرفى دائرة الاختبار • حرك كل طرف بمقدار قضيب واحد ، وأجر الاختبار السابق • استمر على هذا المنوال حتى تختبر جميع القضبان •

اختبار الملفات

بعد لف المنتج ، وتوصيل الاطراف الى الموحد ، يجب اجراء بعض الاختبارات لكشف الاخطاء التى يمكن ان تكون قد وقعت فى اثناء عملية اللف • وهذه الاختبارات للكشف عن التماس الارضى ، والقصورات ، والفتحات ، والعكوسات فى الملفات ، ويمكن اجراؤها اما باستعمال زوام أو ملليفولتمتر •

اختبار التماس الارضى

الفحص البصرى : بعد اعادة لف منتج ، تكون الخطوة الاولى معرفة ما اذا كانت الملفات متماسة مع الارض أم لا ، وكل ما يحتاج اليه فى هذا الشان هو دائرة مصباح اختبار بسيطة • وهذا يمكن اجراؤه كما يظهر فى شكل ٦ ــ ٥٥ ، قبل توصيل الاطراف فى الموحد • واذا كان يراد اجراء الاختبار على منتج ملفاته موصلة الى الموحد ، تصبح دائرة الاختبار كتلك التى تظهر فى شكل ٦ ــ ٥٦ • اذا أضاء المصباح ، ولم تكن الملفات موصلة الى الموحد ، دل ذلك على وجود تماس فى الملفات ، ويجب علاج الحالة قبل اجراء أى اختبارات أخرى • وتحديد مكان التماس بالضبط ضرورى لاتخاذ الاجراءات اللازمة لازالته • ويحدث التماس الارضى عند اركان المجارى عادة ، حيث يوجد انحناء حاد فى الملف ، أو بداخل المجارى ، اذا كانت بعض الرقائق الحادة خارجة من مكانها • واذا كانت الملفات موصلة الى الموحد ، ويضىء المصباح ، فاما أن يكون التماس بين ملفات المنتج والارض أو بين الموحد والارض •

وطريقة تحديد التماس الارضى تكون كما يلى :

افحص الملفات عند طرفى المجرى ، ولاحظ ماذا كان العازل فى المجرى قد تحرك من مكانه ، وتسبب فى جعل الملفات تلمس القلب الحديدى ، كما هو مبين بشكل ٦ ــ ٥٧ • فاذا كانت الملفات جديدة ، يمكن ارجاع العازل الى مكانه • وعلى كل حال ، فانه اذا لم يمكن عمل ذلك ، توضع

قطعة العازل عند المكان المصاب • واذا تعذر تحديد مكان التماس الارضى بالفحص ، يجب استخدام الزوام أو اجراء اختبار بجهاز القياس •

اختبار القياس من قضيب الى قضيب : تستخدم الدائرة المبينة بشكل ٦ ــ ٥٨ ، مع منبع تيار مستمر منخفض الجهد ، كبطارية أو خط جهده ١١٠ فولت ، ومصباح أو عدة مصابيح موصلة على التوالى معها ، كما هو مبين بشكل ٦ ــ ٥٩ • ضع طرفى دائرة الاختبار على الموحد ، ثم اربطها فوقه بعدة لفات من حبل تلفها حول الموحد ، كما هو مبين بشكل ٦ ــ ٦٠ • ضع حد طرفى ملليفولتمتر تيار مستمر على العمود ، وضع الطرف الآخر على أحد قضبان الموحد • يجب أن ينحرف مؤشر الجهاز اذا كان هناك تماس أرضى • حرك طرف جهاز القياس من قضيب الى آخر حتى يظهر انحراف ضئيل فى ابرة الجهاز ، أو لايظهر انحراف على الاطلاق ، فيكون الملف الموصل الى هذا القضيب هو الملف المتماس مع الارض • ويبين شكلا ٦ ــ ٦١ ، و ٦ ــ ٦٢ رسمين تخطيطيين لدائرة الاختبار هذه •

تحذير : اذا كان المحرك ذا قطبين يوضع طرفا دائرة الاختبار على قضيبين متقابلين على الموحد ، أو أى كسر من ذلك • وتؤخذ قراءات جهاز القياس على القضبان التى بين طرفى التوصيل • وفى حالة المحرك ذى الاربعة الاقطاب يجب أن تكون المسافة بين الطرفين ربع عدد القضبان ، وفى المحرك ذى الستة الاقطاب تكون المسافة سدس عدد القضبان ، وهكذا • يجب أن يكون التيار المار فى المنتج كافيا لاعطاء ما يقرب من ثلاثة أرباع قيمة الانحراف الكلى للمؤشر • ويمكن الوصول الى ذلك بوساطة تغيير عدد المصابيح الداخلة فى الدائرة ، أو جهد البطارية المستعملة •

الاختبار بوساطة الزوام : الزوام ، المبين بشكل ٦ ــ ٦٣ ، جهاز يستخدم للكشف عن التماسات الارضية ، والقصورات ، والفتحات فى الملفات الموجودة على منتج وتحديد مكانها • وهو يتكون من ملف من السلك ملفوف على قلب حديدى ، وموصل الى خط تيار متردد ١١٠ فولت • ويصنع القلب عموما على شكل حرف H ، وبه فتحة عند القمة ، يمكن أن يبيت فيها المنتج ، كما يظهر فى شكل ٦ ــ ٦٤ • وعندما يمر تيار متغير فى ملف الزوام ، ينشأ فى ملفات المنتج جهد بفعل عملية المحول •

وفيما يلى الطريقة المتبعة لاختبار المنتج ، للكشف عن التماسات الارضية ، بوساطة الزوام :

ضع المنتج على الزوام ، وأمرر التيـار فى ملفه . ضـع أحد طرفى مللييفولتمتر تيار متردد على قضيب الموحد العلوى . ضع الطرف الآخـر لجهاز القياس على العمود ، كما يظهر فى شكل ٦ ـ ٥٦ . اذا سجل جهاز القياس قراءة ، أدر المنتج حتى يصبح القضيب التالى عنـد القمة ، وأجـر الاختبار بالطريقة السابقة . استمر على هذا المنوال حتى تصل الى قضيب لا يعطى انحرافا ، وهذا يعنى أن الملف المتماس مع الارض موصل الى هـذا القضيب .

الاختبار بالمحاولة : يمكن تحـديد الملف المتمـاس مـع الارض بدون استخدام الزوام ، أو اختبار القياس من قضيب الى قضيب ، وذلك باتباع الطريقة الآتية : فى حالة الملفات الانطباقية ، فك طرفى قضيبين من قضبان الموحد ، يكونان على جانبين متقابلين من الموحد ، وافصل كلا منهما ، كمـا ترى فى شكل ٦ ـ ٦٦ . استعمل دائرة مصباح الاختبـار ، وحدد أيا من نصفى الملفات هو المتماس أرضا ، ويكون ذلك بلمس العمود بأحد طرفى دائرة الاختبار ، ولمس الاطراف المفصولة بالطرف الثانى . والذى يتسبب فى اضاءة المصباح منها يكون هو النصف المتماس مع الارض من الملفات ، أما النصف الآخر فليس به تماس .

افصل الطرفين الموصلين الى أحد قضبـان الموحـد ، عنـد المنتصف تقريبا ، فى النصف المتماس مع الارض من المنتج ، كما ترى فى شـكل ٦ ـ ٦٧ ، وأجر الاختبار كما سبق . هذه الطريقة تنفى احتمال وجـود التماس فى ثلاثة أرباع الملفات . استمر على هذا المنوال بطريقة نفى احتمال وجود التماس ، حتى يتحدد الملف المتماس مع الارض .

اصلاح الملف المتماس مع الارض : بعد تعيين الملف المتماس مع الارض ، يصبح من الضرورى معرفة السبب ، واصلاحه لو أمكن . ويكون السبب عادة تمزقا فى عازل المجرى ، أو ضغط احدى الرقائق على الملف عند نقطة معينة . واذا كان مصدر الخلل ظاهرا ، فقد يكون من المحتمل علاجه بسرعة ، وذلك بوضع عازل جديد اذا احتاج الامر ؛ أو اعادة الرقيقة الخارجة الى مكانها الصحيح . واذا لم يكن الخلل ظاهرا ، فقد يكون من الضرورى اعادة عزل ولف جزء من ، أو كل الملفات ، أو حذف الملف المعيب من الدائـرة . وتستعمل الطريقة الاولى ، وهى اعـادة اللف والعـزل ، اذا كان من اللازم وجود الملفات بأكملها فى الدائرة . وسوف يتوقف استخدام الطريقة الثانية على عدة عوامل ، كالوقت ، والنفقات ، ونوع المحل القائم بالاصلاح .

وتشتمل الطريقة الثانية على الخطوات الآتية :

افصل كلا من طرفى الملف المتماس مع الارض من قضيبى الموحد · ضع وصلة بين هذين القضيبين لقصرهما · يبين شكلا ٦ ـ ٦٨ و ٦ ـ ٦٩ كيفية رفع الملف ، الملفوف باليد ، من الدائرة · ويبين شكلا ٦ ـ ٧٠ و ٦ ـ ٧١ على الترتيب، كيفية رفع ملف انطباقى ، وملف تموجى ، من الدائرة ·

وعلى الرغم من أنه فى هذه الطريقة يبقى الملف المتماس مع الارض على المنتج ، فانها تؤدى الى عزله كهربيا من دائرة المنتج ·

وبعد لف طرفى الملف المفصولين بالشريط ، يبقيان فى مكانهما الاصلى ، وذلك بدون أن يلمسا الموحد · واذا كان الملف متماسا مع الارض فى مكانين مختلفين ، اقطعه بينهما ، لكى تمنع تولد تيارات تأثيرية فيه · ولكى تعرف ما اذا كان هناك تماس ارضى فى مكانين أم لا ، ضع المنتج على الزوام وأجر اختبار الكشف عن قصورات ·

الاختبار للكشف عن الملفات المقصورة

الاختبار بوساطة الزوام : يعود السبب فى وجود ملفات مقصورة فى ملفات جديدة عادة الى الاهمال ، وشدة الطرق المتكرر على الملفات ، وخصوصا اذا كان الملف مصنوعا بطريقة محكمة · وتحدث هذه القصورات عندما تتلامس لفتان فى ملف تلامسا كهربيا ، أو عندما يتلامس ملف مع الملف المجاور له كهربيا ، أو عندما يحدث قصر بين جانبى ملفين فى مجرى واحد (قصر على النصف) ·

فيما يلى الطريقة المتبعة فى الاختبار للكشف عن دوائر القصر فى منتج :

ضع المنتج على الزوام ، ومرر التيار فى ملفه · امسك بقطعة رقيقة من المعدن ، كسلاح منشار يدوى ، فوق المجرى العلوى فى المنتج ، كما ترى فى شكل ٦ ـ ٧٢ · ويجب الامساك بسلاح المنشار ، بحيث يكون فوق المجرى مباشرة ، وعلى امتداد طوله · اذا كان الملف الموجود بهذا المجرى مقصورا ، فسوف يهتز سلاح المنشار بسرعة ، ويحدث ضجة تشبه زوم الحيوانات · واذا ظل السلاح ساكنا ، فهذا دليل على أنه لا يوجد أى قصر فى الملف الذى تحت الاختبار · بعد اختبار المجارى الموجودة على قمة المنتج بسلاح المنشار ، أدر المنتج ، بحيث تأتى بضعة مجار أخرى الى

القمة . اختبرها بنفس الطريقة ، واستمر على هذا المنوال ، حتى تختبر المنتج بأكمله .

اذا كان المنتج كبيرا جدا ، يمكن وضع الزوام فوقه لاختباره بنفس الطريقة السابقة ، وفى بعض المحلات يوضع الزوام فى الجانب ، مع امكان تحريكه الى أعلى والى أسفل . ويكون المنتج فى هـذه الحالة راكبـا عـلى حصانين من الحديد الى جانب الزوام فى أثناء اجراء الاختبار .

اذا كان المنتج محتويا على توصيلات متقاطعة ، أو معادلة ، فـلا يمكن اختباره بسلاح المنشار اليدوى . ذلك لان هذا النوع من المنتجات سوف يتسبب فى جعل السلاح يهتز عند كل مجرى ، مما قد يجعلنا نستدل على امكان وجود قصر فى كل ملف . وعلى كل حال ، فان هذا ليس صحيحا ، وسوف يكون من الضرورى اختبار هذا النوع من المنتجات بجهاز قياس .

يتسبب الملف المقصور ، فى المنتج الملفوف لفا انطباقيا ، أو لفا تموجيا ، فى جعل سلاح المنشـــار يهتز فوق مجريين ، معينا بذلك المجريين اللذين يوجد بهما جانبا الملف المقصـور . ويجب وضع علامة بالطباشير على هذين المجريين . فلذا حدث الاهتزاز فى سلاح المنشار عند أكثر من مجريين ، فمن المحتمل أن يكون أكثر من ملف واحد مقصـورا . وفى لف تموجى ذى أربعة اقطاب ، يهتز السـلاح عنـد اربع نقط ، اذا كان القصر بين قضـيبين متجاورين ، وفى لف تموجى ذى ستة أقطاب ، سوف يهتز السلاح عنـد ست نقط .

من السهل ـ سواء أكان الملف انطباقيا أم تموجيا ـ تتبع طرفى الملف المعيب ، ومعرفة مكان توصيلهما على الموحد . ويكون الامر أكثر صعوبة فى حالة الملف التموجى ، ولذلك فسوف يكون من اللازم اسـتخدام جهاز قياس للتتبع . ويكون هذا على الاخص صحيحا ، اذا كان قضـيبان من الموحد هما المقصوران . ولمعرفة مكان الطرفين على الموحد بالضبط ، ضـع المنتج على الزوام . استخـدم ملليفولتمترا لاختبار القضـبان المتجاورة ، وحيث تكون القراءة على الجهـاز أقـل من المعتـاد ، دل ذلك على وجود قصر .

الاختبار بجهاز القياس من قضيب الى قضيب : هذه طريقة لايجاد الملف المقصور ، أكثر كفاية ، كما يمكن الاعتماد عليها أكثر من طريقة اختبار الزوام وجهاز القياس ، ويفضل استخدامها عليها . وفيما يلى التوجيهات الخاصة بهذه الطريقة .

ضع المنتج على حصانين ، وصل الموحد الى منبع تيار مستمر ، مستخدما الدائرة المبينة بشكل ٦ ـ ٧٣ · ضع طرفى ملليفولتمتر تيار مستمر على قضيبين متجاورين ، مبتدئا بالقضيبين ١ ، ٢ ، واسمح للتيار المار خلال المنتج أن تبلغ قيمته ما يسبب انحراف الجهاز بمقدار ثلاثة أرباع قيمته الكاملة · فاذا كان الملف الموصل الى هذين القضيبين فى حالة جيدة ، فسوف يكون الانحراف المسجل على الجهاز عاديا · حرك طرفى الجهاز على القضيبين التاليين ٢ ، ٣ ولاحظ القراءة · يجب أن ينحرف مؤشر الجهاز بنفس القيمة السابقة ، فاذا كانت القراءة أقل ، أو صفرا ، دل ذلك على أن الملف الموصل بين هذين القضيبين فى حالة قصر ·

تحذير : سوف تكون القراءة الناتجة أقل قليلا ، اذا كان الملف كمية من السلك أقل من الآخرين · وفى حالة اللف ذى الخية ، والملفات الاخرى التى توضع فى المجارى بالملف ، تختلف قراءات الجهاز اختلافات طفيفة ، عند أخذ القراءات المختلفة حول الموحد · والسبب فى ذلك أن الملفات تصبح أكبر ، عند وضعها واحدا فوق الآخر · وللتأكد من أن القراءة المنخفضة تدل على وجود قصر ، ضع المنتج على الزوام ، واختبره للكشف عن قصورات · فاذا دل الاختبار على الزوام على أنه على ما يرام ، فان القراءة المنخفضة تعنى حينئذ قلة فى سلك الملف أو فى طوله · يستدل على وجود ملف مقصور ، فى حالة لف تموجى ذى أربعة أقطاب ، اذا كانت القراءة المسجلة نصف القراءة المعتادة تقريبا ، ويكشف عن مثل هذا الملف على جانبين متقابلين من الموحد ·

الغاء ملف مقصور على المنتج

اذا دل الاختبار على وجود أكثر من ملف أو ملفين مقصورين على منتج ، كان يعمل منذ عد سنين ، فان خير ما يتبع هو اعادة لف المنتج بأكمله · وهذا هو ما ينصح به ، لانه من المحتمل أن تكون ملفات المنتج قد تعرضت للسخونة بما فيه الكفاية ، حتى أصبحت متفحمة وهشة ، فتنتج قصورات أخرى أثناء العمل فى المنتج على النضد · واذا كان المقصور ملفا أو ملفين والباقى على مايظهر فى حالة جيدة ، فمن الممكن فصل أمثال هذه الملفات من الدائرة ، بدون اضعاف قيمة معامل الجودة للمحرك · وتتوقف الطريقة التى تتبع لفصل الملفات المقصورة من الدائرة على نوع المنتج ·

فصل ملف مقصور من منتج ملفوف لفا ذا خية

اذا فرضنا أنه أمكن تحديد مكان الملف المقصور ، فان الخطوة التالية تكون قطع الملفـات التى يحتويها الملف على جانب المنتج المقابل للموحد • تأكد من قطع كل نفة من الملف ، منعا لحدوث تيـارات تأثـيرية فى الملف المقصور ، مما يتسبب عنه الضرر للملفات الاخرى •

يؤدى قطع الملف المقصور الى احداث فتح فى الملفات ، ولما كان القضيبان الموصلان الى هـــذا الملف معروفين ، فانه يمكن تفادى الفتح بعمل توصيلة بين هذين القضيبين • تبين الاشكال ٦ ــ ٧٤ ، و ٦ ــ ٧٥ ، و ٦ ــ ٧٦ الدوائر المتكونة بهـــذه الطريقة فى لف ذى خية ، ولف انطباقى ، ولف تموجى • وشكل ٦ ــ ٧٧ يبين منظرا آخر لشكل ٦ ــ ٧٦ • وتوجد طريقة أخرى لفصل الملف ، تشتمل على قطع الملف كما سبق آن بينا ، ثم اجدل لفات أحـد الجانبين معا ، وكذلك الجانب الآخر • قبل اجراء عملية الجدل تأكد من عدم وجود أى عازل على الأسلاك • ليس من الضرورى وضع وصلة على الموحد فى هذه الطريقـة ، بل وليس من الضرورى لمس الموحد لأى سبب من الأسباب •

هذه الطرق فى فصل الملفات من الدائرة غير مستحبة ، لان الملف قد يكون موجودا فى قاع المجرى ، ومن العسير لذلك الوصول اليه بغرض قطعه • والى جانب ذلك فقد يلحق الضرر بالملفات الأخرى فى أثناء عملية فصل الملف المعيب • ولذلك يقترح اتباع مثل هذه الطرق فى الحالات الاستثنائية ، عندما يتدخل عامل الوقت فى الموضوع ، أو تكون الحاجة ماسة الى اصلاح مؤقت • مما يجعلها ذات فائدة •

فصل ملف مقصور من ملفات انطباقية لمنتج من الحجـــم المتوسط

فى هذا النوع من المنتجـات قد يكون من الممكن الوصـــول الى الملف اللازم فصله ، ولكن من المستحيل فصل الملف التالف وحده • والطريقة هى نفسها بالضبـــط التى اتبعت فى حـالة اللف ذى الخيـــة المبينة بشكل ٦ ــ ٧٤ • والخبرة وحدها هى التى تملى الطريقة السليمة الواجب اتباعها فى كل عمليات القطع هذه ، وسوف يجد المبتدىء صعوبة فى معالجة هـــذا الأمر ، ولكن العامل المتمرن لن يحتاج الا الى وقت قصير لتقرير ما يجب اتبـــــاعه •

فصل ملف مقصور على منتج ذى لف تموجى : يكون طرفا أى ملف على منتج ذى أربعة أقطاب ، ملفوف لفا تموجيا ، موصلين الى ناحيتين متقابلتين

تقريبا على الموحد ٠ واذا قطعنا ملفا مقصورا لفتحه ، فسوف يكون من الضرورى حينئذ وضع وصلة بين القضيبين الموصلين للملف المعيب ٠ وهذا يعنى أن الوصلة سوف توضع بين قضيبين على ناحيتين متقابلتين من الموحد ، كما هو مبين بشكلى ٦ ــ ٧٦ ، و ٦ ــ ٧٧ ٠

عندما يجرى اختبار ، بجهاز القياس من قضيب الى قضيب ، على منتج ملفوف لفا تموجيا ، ذى أربعة أقطاب ، فسوف يظهر أثر الملف المقصور على جهاز القياس فى ناحيتين متقابلتين من الموحد ٠ وهذا لا يعنى أن هناك ملفين مقصورين ، وانما يعنى أن الملف المقصور ظهر فى الدائرة مرتين ؛ وذلك لان التيار يمر فى ملفين على التوالى ، قبل أن يصل الى القضيب المجاور ، فى حالة اللف التموجى ذى الاربعة الاقطاب ٠

الاختبار للكشف عن الدوائر المفتوحة :

قد تنتج الدوائر المفتوحة فى المنتج بسبب ضعف توصيل الاطراف الموجودة فى قضبان الموحد ، أو بسبب قطع فى سلك ملف على المنتج ٠ وفى كلتا الحالتين ، سوف تتسبب مثل هذه الحالة فى احداث شرارة عند الفرش ٠ ويمكن فى الغالب كشف التوصيلات الضعيفة والاسلاك المقطوعة بمجرد النظر ، فاذا تعذر ذلك ، يجب اتباع وسائل أخرى للكشف عن الفتح ٠

الاختبار من قضيب الى قضيب : هيىء المنتج للاختبار بالملليفولتمتر عبر القضبان ، كما هو مبين بشكل ٦ ــ ٧٨ ٠ لن يسجل الجهاز أى قراءة ، حتى يصبح طرفاه موصلين الى القضيبين اللذين يتصل بهما طرفا الملف المفتوح وسوف يقفز مؤشر الجهاز عند هذا الوضع منحرفا بشدة ، ويجب اتخاذ الاحتياطات اللازمة لمنعه من أن ينحنى أو ينكسر ٠

اصلاح ملف مفتوح فى ملفات انطباقية : تتوقف الطريقة التى تتبع لاصلاح الملف المفتوح ، الى حد كبير ، على مقدار الوقت المعين للاصلاح ، وعلى نوع المنتج المراد اصلاحه ، وعلى نوع العمل الذى تخصص فيه محل الاصلاح المنشود ٠ اذا وجد ملف أو ملفان مفتوحين ، فان الحل المناسب لذلك ، بطبيعة الحال ، يكون بالاستبدال ٠ وتكون اعادة لف المنتج فى العادة ضرورية ٠ والطريقة الاخرى ، وهى أقل كفاية ، تكون بعمل وصلة بين القضيبين اللذين ثبت أنهما مفتوحان ، وذلك بلحام قطعة من السلك بالقصدير فى مجرى القضيبين ٠ ويبين شكل ٦ ــ ٧٩ الدائرة التى تتكون

بهذه الطريقة • وهذه هى الطريقة الوحيدة التى يمكن استخدامها فى كثير من الحالات • وهناك طريقة أخرى لعمــل وصلة بين قضـيبين ، وذلك بكشط بعض الميكا التى بينهما ودك قطعة من السلك بينهما ، ثم لحامهما مع القضيبين •

اصلاح ملف مفتوح فى لف تموجى : طريقة اختبار ملفات تموجية بجهاز القياس هى نفسها الطريقة التى اتبعت مع الملفات الانطباقية • ولما كان كل ملف على منتج ملفوفا لفا تموجيـا ذى أربعة أقطاب ، موصــلا الى ناحيتين متقابلتين على الموحد ، فان الوصلة للملف المفتوح تكـون كالمبينة بشــكل ٦ ــ ٨٠ • وهناك طريقة تحتاج الى وقت ومجهود أقل من ذلك ، ولكنهـا تستلزم رفع ملفين بدلا من ملف واحد ، وهى مرضية فى أغلب الاحيان • وهذه الطريقة ، وهى مبينة بشكل ٦ ــ ٨١ ، تكون بعمل وصلة بين القضيبين المتجاورين اللذين ثبت وجود الفتح بينهما ، وهذه الوصلة تغنى عن الوصلة الطويلة من أحد جانبى الموحد الى الجانب الآخر •

الإختبار بالزوام للكشف عن ملف مفتوح : لتحـــديد الملف المفتـــوح باستخدام الزوام ، ضع المنتج على الزوام بالطريقة المعتادة • اختبر القضيبين العلويين المتجاورين بملليفولتمتر تيار متردد • أدر المنتج واستمر فى اختبار القضبان المتجاورة • عندما يصبح الملليفولتمتر موصلا بين القضيبين المتصلين بالملف المفتوح ، فان مؤشر الجهاز لن ينحرف • وسوف ينحرف المؤشر عند باقى القضبان • يمكن اجراء الاختبار للكشف عن الملف المفتوح بدون استخدام جهاز القياس ، وذلك بقصر القضيبين العلويين بوساطة قطعة من السلك ، كما هو مبين بشكل ٦ ــ ٨٢ ، فاذا لم تحدث شرارة دل ذلك على وجود ملف مفتوح • وقد يكون الفتح اما عند قضيب الموحد ، واما فى الملف نفسه • ويمكن استخدام هذه الطريقة للاستدلال على مكان طرفى ملف مقصور • ومع ذلك فان اجراء الاختبار بسلاح المنشار اليدوى هـو أفضل طريقة للعثـــور على الملف المقصور •

الاختبار للكشف عن الملفات المعكوسة

ينشأ وجود الملفات المعكوسة على المنتجات التى أعيد لفها حديثا فقط ، وهى تأتى نتيجة للخطأ فى وضع الاطراف فى قضبان الموحد • وتختلف طريقة تحديد الملف المعكوس باختلاف أنواع الملفات •

الاختبار من قضيب الى قضيب في اللف ذى الخيـــة : هيىء المنتج للاختبار من قضيب الى قضيب • عنـد وضع طرفى جهاز القيـــاس على قضيبين متصلين بملف معكوس ، كما هو مبين بشكل ٦ ـ ٨٣ • تكون القراءة التى يسجلها الجهـاز معكوسة • وعند وضع طرفى الجهـــاز على القضيبين السابقين للملف المعكوس ، وعلى القضيبين التاليين له ، يسجل الجهاز ضعف القراءة • بالرجوع الى شـكل ٦ ـ ٨٤ نجد أنه اذا كانت خيتان فى لف ذى خية معكوستين ، نحصل على ضعف القراءة ، ثم على قراءة معكوسة ، ثم ضعف القراءة مرة ثانيـة ، وفيما عـدا ذلك يجب أن تكون باقى القراءات عادية •

الاختبار بقضيب مغناطيسي : للكشف عن ملف معكوس فى ملفـــات أخرى ، غير ذات الخية ، يحرك قضيب مغناطيسى فوق كل مجرى ، فينشأ عن ذلك تيار بالتأثير فى الملف الموجود بهذا المجرى • فاذا وصل جهاز قياس بين القضيبين الموصلين لهذا الملف ، كما يظهر فى شكل ٦ ـ ٨٥ ، فسوف يتحرك المؤشر • فاذا وجد ملف معكوس على المنتج ، فان التيار المنتج بالتأثير سوف يمر فى الجهاز فى الاتجاه العكسى ، فيسجل الجهاز قراءة معكوسة •

يبين شكل ٦ ـ ٨٦ طريقـة أخرى • عنـد امرار تيار مستمر خلال الملفات ، ووضع بوصلة الى جانب كل ملف على التتابع ، فان ابرة البوصلة سوف تعكس اتجاهها عند وصول البوصلة الى الملف المعكوس •

اصلاحات الموحـد

يبين شكل ٦ ـ ٨٧ الأجزاء المختلفة للموحد ، وهى تشتمل على عدد من قضبان الموحد ، وعدد مساو له من قطاعات الميكا ، ومن قلب حديدى مكون من حلقتين جانبيتين ، ثم من اسطوانة رابطة توضع عليها القضبان وقطاعات الميكا •

تصنع قضبان الموحد من النحاس الجيد ، وتشكل كما يظهر فى شكل ٦ ـ ٨٨ ، وهى ذات جوانب مائلة ، والجانب العريض فيهـا يكون ناحية القمة • وتقطع القضبان على الجانبين جزئيا عند القاع على شكل حرف V والحلقتان الجانبيتان اللتـان تتلاءمان مع القطاعات التى على شكل V فى القضبان ، تمسك بقضبان الموحد كلها معا جنبا الى جنب • ومن النادر استبدال قضبان مفردة فى الموحد ، لأنها مهمة غير عملية •

تستعمل قطع الميكا بين القضبان المتجاورة لمنعها من التلامس ، وغالبا ما يكون من الضرورى استبدالها • وتقطع هذه القطع من الواح من الميكا ذات سمك مناسب ، وتوضع بين القضبان • وعند الاستبدال يجب ان يكون سمك القطع الجديدة هو نفسه سمك الميكا الأصلية ، والا فقد يصبح الموحد اما مفككا ، واما مربوطا باحكام أكثر من اللازم •

تصنع الحلقتان الجانبيتان من الحديد ، ويطلق على كل منهما حلقة V •• وهى تعزل بالميكا التى يطلق عليها حلقة الميكا V • وتثبت الحلقتان فى قطاعات القضبان التى على شكل V ، فتمسك كل القضبان معا • وفى أحد أنواع الموحدات ، تضغط الحلقة V على قضبان الموحد لتمسكها معا بوساطة صامولة كبيرة تربط على الأسطوانة الرابطة • ويمكن وجود صامولة على كل جانب من جانبى الموحد • وتبين الأشكال من ٦ ــ ٨٧ الى ٦٠ ــ ٩٣ تفاصيل تكوين الموحد • وتربط بعض الموحدات بوساطة مسامير محواة تمتد من حلقة جانبية الى الحلقة الأخرى ، كما لا تزال بعض الأنواع الأخرى من الوحدات تربط بمسامير البرشام ، ولا يمكن اعادة عزلها •

عند فك موحد ، تحل الصامولة الرابطة أولا ، ثم يطرق على القضبان خفيفا بمطرقة ، وسوف يؤدى ذلك الى خروج حلقة V الأمامية من الأسطوانة الرابطة ، وفى نفس الوقت تتفكك القضبان وتنفصل عن بعضها • وتكون قطاعات الميكا فى العادة ملتصقة بالقضبان ، فيصبح من اللازم استخدام مطواة لفصلها عنها • وقد يكون من الضرورى كشط قطع صغيرة من الميكا من على القضبان ، على الرغم من أن ذلك قد يخلف وراءه أجزاء خشنة ، فاذا كان الأمر كذلك ، يستخدم ورق صنفرة متوسط الدرجة لتنعيم جانبى القضيب • ويجب الاحتفاظ بقطع كاملة من الميكا لقياس سمكها بوساطة الميكرومتر • ويكون سمك الميكا عادة من ٠٢٠ر٠ الى ٠٤٠ر٠ من البوصة • وتوجد الميكا على شكل الواح عرضها قدمان ، وطولها ثلاث أقدام ويطلق عليها قطع الميكا • كذلك يجب الاحتفاظ بحلقات الميكا الجانبية لكى يمكن قياس سمكها ، وتفصيل حلقات الميكا الجديدة عليها •

تشكيل قطع الميكا الجديدة

بعد تحديد سمك الميكا ، اقطع العدد اللازم من القطع ، وذلك بعد وضع أحد قضبان الموحد على لوح من الميكا ، وتقسيمة تبعا لذلك الى

مستطيلات ، كما يظهر فى شكل ٦ ــ ٩٤ · ويمكن عمل ذلك أيضا بقياس طول أحد القضبان وعرضه ، وتسجيل هذين القياسين على لوح الميكا · ومن المستحسن تضمان ضبط القياس اضافة زيادة الى القياسات الفعلية تقرب من ١/٣٢ من البوصة · اقطع بعد ذلك مستطيلات الميكا بقاطع ورق أو بمقص ·

لكى تقطع شكل V فى قطع الميكا اتبع الطريقة المبينة بشكل ٦ ــ ٩٥ · ضع ما يقرب من ستة مستطيلات من الميكا بين قضيبين ، واربط المجموعة كلها فى منجلة ، مع العناية بجعل القضيبين فى وضعين متقابلين ومتماثلين تماما · استعمل منشارا يدويا لقطع الميكا على طول الخطوط المنقولة ، كما يظهر فى الرسم · لا تجعل سلاح المنشار يلمس القضيبين ، لأنه بذلك سوف يقطع فى الميكا أعمق من اللازم ، كما أنه سوف يضعف القضيبين فى نفس الوقت · اعكس وضع قطع الميكا والقضيبين على المنجلة ، واقطع النصف الآخر · لا تحدث أى تغيير فى وضع القضيبين وقطع الميكا بالنسبة لبعضها فى أثناء ادارتها على المنجلة ·

سوف تصبح أحرف الميكا خشنة نتيجة لقطعها بسلاح المنشار ، لذلك يلزم تنعيمها بوساطة مبرد سكين أثناء وجود القضيبين وقطع الميكا فى المنجلة · ويجب برد الميكا حتى تصبح فى نفس المستوى مع أشكال ال V فى القضيبين ، والا فلن يمكن ربط الموحد بالاحكام الكافى · ارفع قطع الميكا من بين القضيبين وضع كلا منها على وجهيها على التوالى فوق قطعة من ورق الصنفرة الناعمة ، وحكها بلطف لكى نزيل آخر آثار الخشونة على أحرفها · كرر هذه العملية مع القضبان · هذه مجرد طريقة واحدة لتشكيل قطع الميكا ، وبعض العمال يقطعونها واحدة فواحدة بوساطة مقص وتختلف الطريقة باختلاف الأشخاص ·

عمل حلقات ميكا جديدة على شكل V

الى جانب عمل قطع الميكا الجديدة ، قد يكون من الضرورى أيضا تجديد حلقتى الميكا V ، ويمكن استعمال الحلقتين القديمتين كنموذج لهذا الغرض ، أو يمكن استخدام حلقة الحديد ·

لكى يمكن استخدام الطريقة الأولى يجب الاحتفاظ بكل ما يمكن حفظه من حلقة الميكا القديمة · واذا لم يكن الموحد قد أعيد عزله على الاطلاق ، فسوف تكون الحلقة قطعة واحدة · وحلقة V فى الواقع عبارة عن حلقتين

منفصلتين ، واحدة خارجية وواحدة داخلية ، وتدخل احداهما فى الأخرى بالضبط ، كما يظهر فى شكل ٦ ـ ٩٧ • ولجعل هذه الحلقة مزدوجة ، لابد من استخدام آلة لصب ومكبس ، ولما كانت هذه المعدات غير متيسرة عادة فى محلات التصليح المتوسطة ، تصنع الحلقتان ، الداخلية والخارجية ، كل على حدة •

وفيما يلى طريقة صنع حلقات الميكا :

اقطع حلقة V الأصلية على طول الخط المبين بشكل ٦ ـ ٩٧ ، وبذلك تفصل الحلقة الداخلية عن الحلقة الخارجية • نفرض انه يراد عمل حلقة V الداخلية • اقطع الحلقة القديمة وسخنها على لهب غاز أو بالبورى وذلك لجعلها أكثر لينا ومنعها من التشقق • (لا توجه اللهب الى الميكا مباشرة) • يمكن حينئذ بسط الميكا وسوف تتخذ شكلا كالمبين بشكل ٦ ـ ٩٨ •

توضع حلقة V المبسوطة على قطعة من الميكا المطبوخة ، وترسم حدودها عدة مرات ، ثم تقطع هذه بالمقص من الميكا المطبوخة ، وقد يكون من اللازم استخدام التسخين أثناء هذه العملية لمنع الميكا من التقشر والتشقق (توجد أيضا ميكا مطبوخة لا تحتاج الى تسخين) • سخن الميكا تسخينا خفيفا ثم سوها بالأصابع لكى تلائم حلقة الحديد V • اجعل سمك الحلقة هو نفسه سمك الحلقة الأصلية ، وقد يكون من اللازم استعمال عدة قطع من الميكا للحصول على السمك المطلوب • تتبع نفس الطريقة فى عمل الحلقة الخارجية •

فى طريقة ثانية تستخدم حلقة الحديد V كنموذج • نفرض أنه يراد عمل حلقة الميكا الخارجية • ضع قطعة من الورق النظيف على الحلقة واضغط على الورق . كما يظهر فى شكل ٦ ـ ٩٩ ، لتشكيل الحدود الخارجية ، التى تستخدم أبعادها لتحديد بعدى قطعة الميكا اللازم تشكيلها •

وفى طريقة ثالثة تستعمل معادلة • يبين شكل ٦ ـ ١٠٠ أن حلقة V بعد قطعها وبسطها تمثل الجزء العلوى من مخروط ، ولذلك فان أبسط طريقة لاعداد حلقة V تكون بايجاد مقاس المخروط الذى سوف يحتوى على الحلقة •

اصنع رسما كذلك الموجود فى شكل ٦ ـ ١٠٠ ، وهو يبين مخروطا ، والجزء المظلل فيه يمثل الحلقة • اذا قص المخروط على طول الخط المبين ،

ثم بسط ، فسوف ينتج مقطع الحلقة الدائرى . بايجاد البعدين س ، ص ، ورسم دائرتين بهذين البعدين كنصفى قطريهما ، نكون قد وضعنا أيدينا على حل المسألة . وفيما يلى الطريقة التى تتبع لايجاد هذين البعدين :

قس البعدين أ ، ب المبينين فى شكل ٦ - ١٠١ على الحلقة الحديدية V بوساطة مسطرة . ويمكن تحليل المخروط أيضا الى مثلثين ر ، ط ، وهما متشابهان ، وانما يختلفان فى المساحة . ومن هذه العلاقة يمكن الحصول على معادلة بسيطة .

فى مثلثين متشابهين

$$\frac{أ}{س} \text{ فى المثلث ر } = \frac{ب}{ج} \text{ فى المثلث ط أو}$$

$$\frac{أ}{س} = \frac{ب}{ج} \text{ أو س } = \frac{أ \times ج}{ب}$$

باستعمال البعد س كنصف قطر ، ارسم دائرة . ارسم دائرة أخرى بداخل هذه الدائرة مستعملا البعد ص = س - ج كنصف قطر . والحلقة المكونة من هاتين الدائرتين سوف تمثل حلقة V وهى مبسوطة .

اعادة تجميع الموحد

بعد عمل الحلقات وتشكيل قطاعات الميكا ، تكون الخطوة التالية هى تجميع الموحد . ويتم ذلك على الوجه التالى : ضع حلقات الميكا فى موضعها على حلقة V الحديدية ، وسخنها لكى يمكن ملاءمتها لها تماما . ضع قضيبا فى موضعه على حلقة V ، والى جانب القضيب ضع قطاع ميكا ، ثم ضع قضيبا بعد القطاع ، وهكذا . تأكد من وجود قطاع ميكا بين كل قضيبين ، وكن حريصا على بقاء حلقات الميكا فى مكانها أثناء عملية التجميع . بعد وضع كل القضبان وقطاعات الميكا معا ، ضع حلقة V العلوية فى مكانها ، ثم اربط بالصامولة أو بالمسامير . ويسخن الموحد فى أثنـــاء عملية الربط بوساطة البورى ، أو موقد بنزن ، أو أى مصدر آخر للحرارة .

بعد نهاية العملية يجب أن يكون الموحد محكم الربط ، وتكون جميع القضبان متحاذية . واذا لم تكن القضبان فى حذاء بعضها ، يجب حل الموحد ولى القضبان حتى تأخذ الوضع الصحيح . يوجد لدى بعض المحلات مشابك ماسكة توضع حول الموحد أثناء عملية الربط .

يختبر الموحد بعد عملية التجميع للكشف عن التماسات الأرضية والقصورات . ولمعرفة ما اذا كان الموحد محكم الربط بما فيه الكفاية ، اطرق

القضبان بلطف بمطرقة خفيفـــة • فاذا كان التجميع مضبوطا ، فسوف يصدر عن الموحد صوت رنان ، فى حين يكون الصوت أجوف ، لو كان الموحد مفككا •

القضبان المقهورة ؟

اذا وجدت قضبان مقصورة فى موحد جديد العزل ، ولم تكن الملفات قد وصلت اليه بعد ؛ فمن السهل اعادة العزل بين هذه القضبان • واذا كانت الملفات قد وصلت الى الموحد ، فان العملية تصبح أكثر صعوبة • وعندما يأتى منتج مقصور الى المحل ، حدد أولا ما اذا كان القصر فى الملفات أو على الموحد ، وذلك بفصل الاطراف من القضبان المشكوك فى أمرها ، ثم اختبر هذه القضبان بمصباح اختبارى لترى ما اذا كانت مقصورة أم لا •

ومن المعتاد أن نفترض أولا أن هناك قصرا جزئيا ، نتج عن ميكا متفحمة أو وساخة بين القضبان • ولنفى هذا الاحتمال ، انحت سلاح منشار يدوى على حجر النحت ، بحيث يصبح طرفه على شكل الخطاف ، كما يظهر فى شكل ٦ ــ ١٠٢ ، ثم اكشط به بعض الميكا • وفى بعض الأحيان يكون من الضرورى الكشط فى الميكا الى عمق كبير نسبيا ، حتى يمكن ازالة القصر • وعند كشط الميكا تكون سوداء ومحببة اذا كانت متفحمة ، فى حين تكون الميكا فى حالتها الطبيعية بيضاء • اذا أدت هذه العملية الى ازالة القصر ، فيجب سد الثقب الذى حدث نتيجة الكشط • ويكون ذلك بوضع حشو يطلق عليه أسمنت الموحد ، وهو يتكون من مسحوق الميكا المصحونة ممتزجا مع الغراء لعمل عجينة • ويوضع الحشو بين القضبان بمطواة أو سلاح ويترك حتى يتصلب •

واذا حدث فراغ نتيجة لانفصال قطعة من الميكا ، سد الثقب الحادث بقطعة من الميكا ، ثم غطها بالأسمنت • ويجب ملاحظة أن هذا الأسمنت يكون موصلا للكهربية وهو معجون ، ولذلك يجب تركه حتى يجف تماما •

اعادة عزل موحد مقصور وهو موصل الى الملفات :

اذا تعذر ازالة القصر بالكشط ، ارفع عدة قضبان ، وضع ميكا جديدة بينها • ويمكن عمل ذلك بالطريقة الآتية ، مع موحد يمكن تفكيكه من الجانب الأمامى :

فك اللحام من أطراف القضبان المقصورة • حل الصامولة التى تربط أجزاء الموحد معا • اطرق طرقا خفيفا بمطرقة لفك الحلقة الجانبية وعدد

من القضبان • ارفع الحلقة الجانبية ، ثم شد القضبان المقصورة بوساطة الزردية ، كما يظهر فى شكل ٦ ــ ١٠٣ • استخدم هذه القضبان فى عمل قطاعات ميكاجديدة •ضع الميكا الجديدة والقضبان فى مكانها وأعد التجميع•

اذا كان هناك قصر واحد فقط ، والموحد يفتح من الخلف ، فمن السهل اجراء الاصلاح برفع الطرفين من أحد القضبان ، والتأكد من أنهما ملحومان معا ، ثم لفهما بالشريط بحيث لا يمكن أن يلمسا الموحد • صل بعد ذلك القضبين المقصورين معا ، والدائرة الناتجة من هذه العملية مبينة بشكل ٦ ــ ١٠٤ • وفى أنواع أخرى من الموحدات قد يكون من الضرورى رفع الموحد بأكمله من فوق العمود •

القضبان المتماسة أرضيا :

ينشأ التماس الأرضى عادة عند حلقة الميكا الأمامية ، ويحدث ذلك لأن جزءا من الحلقة الأمامية مكشوف مما يؤدى الى تراكم الزيت والغبار والأوساخ عليه • ويمكن معرفة التماس بسهولة ، اذ ينشأ فى العادة ثقب كبير ، كما أن جزءا من حلقة الميكا يكون قد احترق تماما ، عند مكان التماس • وخير طريقة للتخلص من هذا كله أن ترفع الحلقة الأمامية ، وتقطع الجزء التالف من حلقة الميكا ، وتستبدل بجزء سليم ، كما يظهر فى شكل ٦ ــ ١٠٥ وقد يكون من اللازم وضع قطاعات ميكا جديدة فى نفس الوقت • تأكد من ان قطع الميكا على الحلقة متداخلة فوق بعضها ، وذلك لمنع احتمال عودة ظهور التماس الأرضى • واذا لم يكن الموحد يفتح من الأمام ، يرفع من مكانه بوضع المنتج فى مكبس ايدروليكي ، ثم يضغط الموحد الى الخارج • واذا كان من المستحيل رفع الموحد بدون الاضرار بالملفات ، يخرط الموحد القديم على المخرطة خرطا تاما ، ويجب تسجيل أبعاد الموحد قبل القيام بهذا الاجراء ، حتى يمكن بناء موحد جديد • هـذا هو ما يحدث غالبا فى حالة المنتجات الصغيرة ، وعند عمل الموحد الجديد فمن المستحب وضع رباط من الحبل حول حلقة الميكا الأمامية ودهنها بنوع جيد من الورنيش العازل أو الجملكة ، وسوف يمنع ذلك الزيت والأوساخ ، الى حد كبير ، من التغلغل تحت القضبان ، والتسبب فى عمل القصورات والتماسات الأرضية •

القضبان العالية :

يمكن العثور على القضبان العاليـة ، كالمبينة فى شكل ٦ ــ ١٠٦ ، وذلك بامرار الأصابع فوق القضبان • وتنشأ هذه الحالة نتيجة للتفكك الذى

يصيب الموحد بفعل الحرارة الزائدة ، أو القضبان المقصورة ، أو عدم اتقان التجميع ، وهكذا . ولعلاج هذه الحالة اطرق على القضيب خفيفا بمطرقة حتى يأخذ الوضع الصحيح ، ثم أحكم رباط الصامولة . اخرط الموحد على المخرطة أو حكه بالحجر اذا كان فى محرك .

أحجار الموحد : تصنع أحجار الموحد على درجات متفاوتة من الخشونة وهى تستخدم لتنعيم الموحد اذا كان سطحه خشنا . وتستعمل الأنواع الأكثر خشونة فى حالة الموحدات ذات السطح الخشن جدا ، فى حين تستخدم الأنواع الأقل خشونة فى المراحل النهائية لعملية التنعيم ، وفى حالة الموحدات التى لا يكون سطحها زائد الخشونة . وفى حالة القضبان العالية يجب استخدام درجة متوسطة . ويمسك بالحجر فى اليد ، بينما يكون المنتج دائرا ، ويضغط به على الموحد حتى يصبح سطحه ناعما ، ثم يمسك بنوع ناعم من ورق الصنفرة ويضغط به على الموحد لاتمام العملية .

القضبان المنخفضة

يمكن معرفة القضيب المنخفض ، كالمبين بشكل ٦ ــ ١٠٧ بامرار الأصابع أيضا على الموحد . وقد تنشأ هذه الحالة نتيجة لضربة من جسم ثقيل . ولعلاج مثل الحالة السابقة : اخرط الموحد على المخرطة ، وحكه بالحجر ثم بالصنفرة .

الميكا العالية

اذا كانت قطاعات الميكا أعلى من قضبان الموحد التى تحيط بها ، تنشأ الحالة المسماة بالميكا العالية . وقد ترجع هذه الحالة الى حقيقة أن قضبان الموحد تتآكل بسرعة أكثر من قطاعات الميكا ، ويمكن أن يكون السبب فى ذلك استعمال فرش كربون رديئة . فحينما تكون الميكا فى مستوى سطح القضبان يجب استخدام فرش من نوع صلب ، بحيث تتآكل الميكا بنفس معدل تآكل القضبان .

ويكون علاج هذه الحالة بقطع الميكا حتى تصبح تحت مستوى سطح القضبان . ويمكن اتمام هذه العملية باستخدام آلة تتكون من محرك كهربى صغير بعجلة منشار على محوره . وفى أثناء وجود المنتج على مخرطة يعمل قطع فى كل قطاع من الميكا بحيث يصبح تحت مستوى سطح القضبان بما يقرب من $\frac{1}{32}$ من البوصة . ويجب أن يكون سمك عجلة المنشار هو

نفس سمك الميكا . ويمكن قطع الميكا الى ما تحت مستوى سطح القضبان باستخدام مبرد صغير معد خصيصا لهذا الغرض . ويجب العناية بمراعاة ألا تبقى أية أجزاء من الميكا على جوانب القضبان ، كما يظهر على يمين شكل ٦ ـ ١٠٨ . فاذا كانت هناك ميكا على الجوانب يمكن ازالتها بسهولة بقطعها بوساطة سلاح منشار يدوى .

الباب السابع

محركات التيار المستمر

محرك التيار المستمر هو آلة يمكن ، عند تغذيتها بالتيار الكهربى ، أن تستخدم فى الأشغال الميكانيكية ، كادارة المضخات ، وآلات الورش ، وهكذا . وتستخدم محركات التيار المستمر على نطاق واسع أيضا فى الاستعمالات التى تحتاج الى تنظيم السرعة . ولهذا السبب تساق معظم عربات الترولى ، والقطارات الكهربية ، والمصاعد بمحركات التيار المستمر . وهى تصنع بأحجار تتراوح بين ١/٢ من الحصان وآلاف الأحصنة . وشكل ٧ ـ ١ يمثل محركا مثاليا للتيار المستمر .

التكوين

أجزاء محرك التيار المستمر الرئيسية هى المنتج ، والأقطاب المغناطيسية ، والاطار ، والغطاءان الجانبيان ، وحامل الفرش . والمنتج هو الجزء الذى يدور فى المحرك ، وهو يتكون من قلب حديدى من الرقائق يحتوى على مجار توضع بها ملفات من السلك . ويوضع القلب مضغوطا على عمود من الحديد الصلب ، الذى يحمل الموحد أيضا . وهذا الأخير ينقل التيار من فرش كربونية الى الملفات فى المجارى . يبين شكل ٧ ـ ٢ منتجا بمجار مستقيمة ، ويبين شكل ٧ ـ ٣ منتجا آخر بمجار مائلة .

يصنع اطار محرك التيار المستمر عادة من الحديد الزهر ، أو الحديد المطاوع ، وهو دائرى الشكل عموما ، ومهيأ لكى يمكن تركيب أقطاب المجال المغناطيسى بداخله ، كما يظهر بشكل ٧ ـ ٤ . ويصنع كثير من المحركات أيضا باطار من رقائق الحديد . وتثبت أقطاب المجال داخل الاطار بوساطه مسامير محوية ، أو مسامير بصواميل ، ولكنها فى المحركات الصغيرة تصب مع الاطار . وتتكون الأقطاب فى المحركات الكبيرة من الرقائق ، كما يظهر فى شكل ٧ ـ ٥ ، وهى تربط مع الاطار بالمسامير . ويحمل القطب المغناطيسى ملفات المجال ، وهى تتكون من ملفات من السلك المعزول ، تلف بالشريط قبل وضعها على قطب المجال .

يحمل الغطاءان الجانبيان ، اللذان يثبتان مع الاطار بوساطة مسامير ، ثقل المنتج ، ويحفظانه على أبعاد متساوية من الأقطاب . (انظر شكل ٧ ـ ٦) . ويحتوى الغطاءان الجانبيان على الكرسيين اللذين يدور فيهما عمود المنتج ، وهما قد يكونان كرسيى جلبة ، كما يظهر فى شكلى ٧ ـ ٧ ، و ٧ ـ ٨ ، أو كرسيى بلى ، كما يظهر فى شكل ٧ ـ ٩ .

يجب نقل التيار الى ملفات المنتج فى جميع محركات التيار المستمر ، ويحدث هذا بتوصيل أطراف الملفات الى الموحد ، ثم تغذية الموحد بدوره بالتيار . ويمكن تزويد الموحد بالتيار عن طريق فرش كربونية ، تركب عليه، وتتلامس معه أثناء دورانه . تمسك الفرش فى الوضع الساكن بوساطة حوامل الفرش ، التى تركب عموما على ماسك الفرش المبين بشكل٧ ـ ١٠ . ويركب ماسك الفرش عادة على الغطاء الأمامى ، وهو مكون بطريقة تجعل من الممكن تغيير وضع الفرش . وفى المحركات الصغيرة تصب حوامل الفرش عادة كجزء من الغطاء الجانبى . وتعزل حوامل الفرش عن الغطاء الجانبى ، فى جميع المحركات ، لمنع حدوث التماسات الأرضية ، ولمنع عمل دوائر قصر على الفرش .

التوصيلات فى محركات التيار المستمر

توجد ثلاثة أنواع من محركات التيار المستمر : محرك التوالى ، ومحرك التوازى ، ثم المحرك المركب . وتتشابه هـذه الأنواع من ناحيـة المظهر الخارجى ، ولكنها تختلف فى تكوين ملفات المجال المغناطيسى ، كما تختلف فى طريقة التوصيل بين هذه الملفات والمنتج . فمحرك التوالى يحتوى على ملفات مغناطيسية تتكون من بضع لفات من السلك ، وتوصل على التوالى مع المنتج ، كما يظهر فى شكل ٧ ـ ١١ . ولهذا المحرك عزم دوران ابتدائى مرتفع ، وسرعة متغيرة ، فكلما زاد الحمل نقصت السرعة . ويستخدم محرك التوالى عموما فى الرافعات والأوناش وعربات الترولى ، الخ .

ويحتوى محرك التوازى على ملفات مغناطيسية تتكون من عدد كبير من لفات السلك ، وهى توصل على التوازى مع المنتج ، كما يظهر فى شكل ٧ ـ ١٢ . ويمتلك المحرك عزم دوران متوسط القيمة وسرعة ثابتة ، وهو يستخدم فى الاستعمالات التى تتطلب سرعة ثابتة ، مثل المثاقيب ، والمخارط وهكذا .

فى المحرك المركب المبين بشكل ٧ ـ ١٣ تشتمل ملفات المجال على ملفات توال وملفات تواز ، وهى لذلك تتكون من قسمين . ويوصل أحد القسمين

(ملفات التوالى) مع المنتج على التوالى ، فى حين يوصل القسم الآخر (ملفات التوازى) مع المنتج على التوازى • ويجمع هذا المحرك بين خواص محرك التوالى وخواص محرك التوازى •

تكوين ملفات المجال المغناطيسى

تتكون ملفات التوالى من لفات قليلة نسبيا من السلك الغليظ ، الذى يتوقف قطره على قدرة المحرك بالحصان وجهده • ويلف السلك عموما على هيكل من الخشب يتكون من جزء متوسط له ... مقاس الملف وقطعتين جانبيتين لحفظ الملف فى مكانه • شكل ٧ ــ ١٤ يبين الأجزاء المختلفة لهذا الهيكل ويكون الجزء المتوسط عادة ذا ميل طفيف ، وذلك لتسهيل عملية رفع الملف فوق الهيكل • ويمكن الاحتفاظ بشكل الملف أثناء رفعه من مكانه ، اذا وضعنا على الجزء المتوسط قطعا من الشريط أو الحبل قبل عمل الملف ، اذ يمكن بذلك ربطه بسهولة بعد عملية اللف كما يظهر فى شكل ٧ ــ ١٥ • يوضع الهيكل على محور مخرطة أو آلة عمل الملفات ، ثم يلف بنفس عدد اللفات ونفس مقاس السلك فى الملف الأصلى • ويمكن الحصول على أبعاد الهيكل من الملف الأصلى ، أو بقياس أبعاد القلب وعمل حساب لسمك الشريط • شكل ٧ ــ ١٦ يبين قطب مجال مغناطيسى بعد لفه بطبقة من الكامبرك المدهون بالورنيش ، ثم لفه بطبقة من شريط القطن •

تتكون ملفات التوازى من عدد كبير من لفات السلك الرفيع ، مرتبة كما يظهر فى منظر القطع بشكل ٧ ــ ١٧ • ولما كان عدد اللفات فى ملفات التوازى قد يبلغ عدة آلاف ، فنحن لا ننصح بمحاولة اعادة لف هذا النوع من الملفات بعد اللفات الموجودة فيه • والطريقة المتبعة تكون بوزن الملف القديم ، ثم عمل الملف الجديد بنفس الوزن ونفس السلك • وملفات التوازى تلف وتغطى بالشريط بنفس الطريقة التى تتبع مع ملفات التوالى •

تتكون ملفات المجال المركبة من ملفات توال ، وملفات تواز ، كما يظهر فى شكل ٧ ــ ١٨ • ويستعمل نفس نوع الهيكل مع ملفات المجال المركبة • ونبدأ أولا بلف الجزء الخاص بملفات التوازى على الهيكل ، وتكون مطابقة للملفات الأصلية فى جميع تفصيلاتها • ولعمل طبقة العازل التى تظهر فى شكل ٧ ــ ١٩ ، توضع عدة ملفات من شريط الكامبرك المدهون بالورنيش وهو فى مكانه على الهيكل ، أو يرفع الملف من فوق الهيكل ويلف بشريط الكامبرك المدهون بالورنيش • وفى الحالة الأخيرة يوضع الملف مرة ثانية على الهيكل بعد لفه بالشريط • بعد ذلك يلف العدد الصحيح من لفات

السلك لملفات التوالى · ثم يربط حبل أو شريط فوق طبقة العازل ، وتلحم بالقصدير وصلات مرنة مع أطراف الملف وتغطى بالشريط ، وهـذه عملية مهمة ويجب اداؤها بعناية · ويكون مقاس السلك عند طرفى ملفات التوازى أصغر من مقاسه عند طرفى ملفات التوالى · يغطى الملف بالكامبرك المدهون بالورنيش ، ثم بطبقة من شريط القطن · شكل ٧ ــ ٢٠ يبين الملف الكامل · شكل ٧ ــ ٢١ يبين كيفية وضع ملف المجال على قلب المجال · وفى المحركات الكبيرة تلف ملفات التوالى وتغطى بالشريط عادة على انفراد ، ثم توضع الى جانب ملفات التوازى التى تمت ، وهـذا النوع من التكوين مبين بشكل ٧ ــ ٢٢ · وفى المحركات الكبيرة جدا يستعمل سلك مستطيل المقطع فى ملفات التوالى للاقتصاد فى الحيز المستعمل ·

تستخدم فى معظم محركات التيار المستمر أقطاب توحيد لمنـع حدوث شرار عند الفرش · وهذه الأقطاب أصغر من الأقطاب الرئيسية وتثبت فى الاطار بينها · وهى مثل ملفات التوالى ، تلف على هيكل ، عادة من الفبر ، بعدد قليل نسبيا من لفات السلك الغليظ · يبين شكل ٧ ــ ٢٣ ملف توحيد وقلبه · ويوضع هيكل الفبر والملف فوق قلب قطب التوحيـــد ، وتثبت فى مكانها بخوابير ·

تحـذير : يجب عزل ملفات التوازى عزلا مناسبا عن ملفات التوالى ، وذلك منعا لحدوث دوائر قصر بين نوعى الملفات ·

أثناء تغطية ملف المجـال بالشريط يجب ربط الإطراف المرنة ، وذلك لمنعها من أن تتمزق وتنفصل عن الملفات · يجب ألا يتمزق الشريط المغطى للملف أو ينثنى أثناء وضعه على القلب ، وقد يتسبب الاهمال فى العمل فى حدوث تماسات أرضية ·

توصيل أقطـاب المجـال

توصل أقطاب المجال فى محركات التيار المستمر بحيث تنتج قطبية مختلفة فى الاقطاب المتجاورة · وعلى ذلك ، ففى المحرك ذى القطبين المبين بشكل ٧ ــ ٢٤ يكون أحد القطبين شماليا والآخر جنوبيا · وفى محرك ذى اربعة أقطاب يجب أن يختلف القطبـان المتجاوران ، كما يظهر فى شكل ٧ ــ ٢٥ وتوصل أقطاب المجال بعضها ببعض على التوالى ، الا فى حـالة المحركات الكبيرة جدا ، وفى المحركات التى أعيد توصيلها لتخفيض الجهد المستعمل ·

لتكوين قطبية مختلفة فى الاقطاب المتجاورة يجب أن يمر التيار فى ملف القطب الاول فى اتجاه عقربى الســـاعة ، وفى ملف القطب الثانى فى عكس اتجاه عقربى الساعة ، ثم فى ملف القطب الثالث فى اتجاه عقربى الساعة ، وهكذا . ومن العسير جدا تحديد هذه الاتجاهات اذا كانت الاقطاب ملفوفة بالشريط ، ويمكن حينئذ استخدام ثلاث طرق للحصـــول على القطبية الصحيحة لملفات الاقطاب ، وهى : (١) التجربة والخطأ ، (٢) البوصـــلة ، (٣) استخدام قضيب حديدى أو مسمار .

يجب استخدام طريقة التجربة والخطأ فقط مع المحركات الصغيرة ذات القطبين . يوصل ملفا القطبين بالطريقة المبينة عند أ فى شكل ٧ ــ ٢٦ ، ثم يوصل المحرك الى التيار ،فاذا لم يدر ، اعكس توصيل السلكين فى أحـــد الملفين ، كما هو مبين عند ب ، وسوف يدور المحرك بعد ذلك . ويكـــون من المسلم به فى هذه التجربة أن ملفات المنتج والمجال فى حالة جيدة . ويمكن اختبار محرك التوازى بنفس الطريقة .

تستخدم طريقة البوصلة مع أى عدد من الاقطاب . واذا كان المحرك مركبا اختبر كلا من نوعى الملفات على حدة . لاختبار ملفات الاقطاب فى محرك ذى اربعة أقطاب ، توصل الملفات الاربعة على التوالى ، كما هو مبين فى شكل ٧ ــ ٢٧ ، ثم تغذى بتيار مستمر على جهـــد منخفض ، اذا كـــان الاختبار يجرى على ملفات التوالى ، والا أمكن استعمال ١١٠ فولت . ثـــم توضع بوصلة على مقربة من القطب بداخل المحرك ، أو بجوار ملف القطب ، كما يظهر فى الرسم ، ويلاحظ أى من طرفى ابرة البوصلة يشير الى القطب . وعند تحريك البوصلة الى القطب الذى يليه ، يجب أن يجذب الطرف الآخر للابرة . فاذا انجذب نفس الطرف من الابرة ، اعكس توصيل طرفى هـــذا القطب . استمر بهذه الطريقة حتى تراجع كل الاقطاب ، ويجب أن تكون الاقطاب المتجاورة مختلفة فى قطبيتها .

لا يمكن استخدام الطريقة المذكورة بعاليه اذاكان المنتج بداخل المحرك . وفى هذه الحالة يمسك بأحد طرفى قطعة من الحديد المطاوع فى مقابلة قطب المجال ، ويكون طرفها الآخر ممتدا الى خارج المحرك . وللكشف عن القطبية ، أمسك بالبوصلة فى مقابلة الطرف الخارج لقطعة الحديد المطاوع . وقبل لمس القطب التالى ، يجب طرق قطعة الحديد المطاوع بشدة على المنضدة ، حتى يمكن ازالة آثار المغناطيسية المتبقاة فيهـــا من القطب الاول ، والتى تعمل على قلب وضع ابرة البوصلة . استمر على هذا المنوال حتى تختبر

جميع الاقطاب • ويجب أن تكون القطبية مختلفة فى الاقطاب المتجاورة ، كما سبق •

الطريقة الثالثة لاختبار القطبية تكون باستخدام قضيب حديدى أو مسمار ، فتوصل ملفات المجال على التوالى وتغذى بتيار مستمر على جهد منخفض ، ثم يوضع رأس المسمار فى مقابلة أحد الاقطاب ، كما يظهر فى شكل ٧ ــ ٢٨ • فاذا كانت القطبية صحيحة ، فسوف ينجذب الطرف الآخر للمسمار الى القطب التالى ، وان لم تكن صحيحة ، فسوف يطرد •

توصيل محركات التيار المستمر

محرك التوالى

يوصل محرك التوالى بالطريقة المبينة بشكل ٧ ــ ٢٩ ، وهذا محرك توال ذو قطبين ، فيوصل ملفا المجال معا على التوالى ، ثم يوصلان على التوالى مع المنتج • توجد فى الشكل ثلاثة رسومات لتوضيح طريقة التوصيل •

محرك التوازى

يوصل محرك التوازى بالطريقة المبينة فى شكل ٧ ــ ٣٠ ، فتوصل ملفات التوازى مع بعضها على التوالى لتوليد قطبية مختلفة فى الاقطاب المتجاورة ، ثم توصل كلها عبر طرفي الخط • ويوصل طرفا المنتج أيضا عبر الخط ، بحيث يصبح المنتج وملفات الاقطاب متصلة معا على التوازى •

المحرك المركب

يوصل المحرك المركب بالطريقة المبينة فى شكل ٧ ــ ٣١ ، فتوصل ملفات التوازى مع بعضها على التوالى لانتاج القطبية الصحيحة ، وتوصل كلها عبر الخط • ثم توصل ملفات التوالى وتختبر للكشف عن قطبيتها والتأكد من صحتها ، ومن المهم جدا أن تكون القطبية الناتجة من ملف التوالى على قطب هى نفسها القطبية الناتجة من ملف التوازى على نفس القطب • وتوجد طريقة للكشف على هذه المسألة بدقة ، سوف نقوم بشرحها فيما بعد • وبتوصيل المنتج تكمل العملية •

والمحرك المبين بشكل ٧ ــ ٣١ هو أحد أنواع أربعة من المحركات المركبة • وعلى الرغم من أن هذه هى التوصيلة الشائعة الاستعمال غالبا ، وهى التى يجب استخدامها ، ما لم يطلب غير ذلك ، فمن المهم أن يكون

الطالب على دراية بالانواع الاخرى · والانواع الاربعة هى : التوازى الطويل المتشابه ، والتوازى الطويل والتوازى القصير المتباين ·

فى محرك التوازى الطويل المتشابه ، يمر التيـــار فى ملفات التوازى وفى ملفات التوالى للقطب فى نفس الاتجاه ، وهذا مبين فى شكل ٧ ــ ٣٢ · ومثل هذا المحرك يقال عنه أنه مركب بالتشابه · وعندما يكون مجال التوازى موصلا عبر الخط ، يطلق عليه التوازى الطويل · ويكون الرسم الكامل للمحرك المبين بشكل ٧ ــ ٣٢ هو محرك تواز طويل متشـــابه · اذا كـــان توصيل ملفات التوازى فى محرك بحيث تكون معكوسة بالنسبة لتوصيل ملفات التوالى ، فسوف يمر فيها التيار فى الاتجاه العكسى ، وهـــذا مبين بشكل ٧ ــ ٣٢ · وسوف ينتج عن ذلك مجالان متضادان ، ويعرف المحـــرك بأنه محرك موصل بالتباين · ولا تستخدم المحركات التى من هـــذا النـــوع الا غرارا ، وفى أشغال خاصة فقط ·

يعرف محرك التوازى الطويل المتباين بأنه المحرك الذى يكون توصيل ملفات التوازى فيه عبر الخط ، بحيث ينتج من ملف التوازى قطبية تخالف القطبية الناتجة من ملف التوالى الموجود على نفس القطب ·

عند توصيل ملفات التوازى فى محرك مركب مع نهايات المنتج ، بدلامن توصيلها عبر الخط ، يعرف المحرك بأنه « محرك تواز قصير » ويمكن أن يكون هذا المحرك أيضا اما متشابها أو متباينا · فاذا كان توصيل ملفات التوازى مع المنتج بحيث يمر فيها التيار فى نفس الاتجاه مثل ملفـــات التوالى ، يعرف المحرك بأنه محرك تواز قصير متشابه ، وهـــذا النوع مبين بشكل ٧ ــ ٣٤ · واذا كان توصيل ملفات التوازى الى المنتج بحيث يمـــر التيار فيها فى عكس اتجاه مروره فى ملفات التوالى ، يعرف المحـــرك بأنه محرك تواز قصير متباين · وهذا النوع مبين بشكل ٧ ــ ٣٥ ·

اقطاب التوحيد

يوجد فى كل محركات التوازى ، والمركبة تقريبا ، التى تكون قدرتها نصف حصـــان أو أكثر ، اقطاب مساعدة ، أو اقطاب توحيد ، توضع بين الاقطاب الرئيسية · ويوجد على اقطـــاب التوحيد هـــذه رحدة من ملفات السلك الغليظ توصل على التوالى مع المنتج ، كما هو مبين بشكل ٧ ــ ٣٦ · والغرض من استعمال أقطاب التوحيد هو منع حدوث الشرار على الموحد ·

يوجد فى العادة عدد من أقطاب التوحيد مساو لعدد الاقطاب الرئيسية ، ولو أنه من الممكن استعمال نصف هـــذا العدد بدون الاساءة الى جـــودة التشغيل · وعلى الرغم من أن اقطاب التوحيد المتتالية تختلف فى قطبيتها ،

بالضبط مثل الاقطاب الرئيسية ، فان لها قطبية محددة بالنسبة للاقطاب الرئيسية ، فتتوقف القطبية فى أقطاب التوحيد على القطبية فى الاقطاب الرئيسية ، وعلى اتجاه دوران المحرك ٠

القاعدة فى قطبية أقطاب التوحيد

تكون قطبية أى قطب توحيد فى محرك مشابهة للقطب الرئيسى الذى وراءه ٠ وهذا يعنى أننا اذا نظرنا الى محرك يدور فى اتجاه عقربى الساعة ، من ناحية الموحد ، فان قطب التوحيد تكون له نفس القطبية فى القطب الذى يسبقه فى عكس اتجاه الدوران ٠ تبين الاشكال من ٧ ــ ٣٧ الى ٧ ــ ٣٩ محركات ذات قطبين وأربعة أقطاب تحتوى على أقطاب توحيد ، وموصلة للحصول على دوران فى اتجاه وفى عكس اتجاه عقربى الساعة ٠

شكل ٧ ــ ٤٠ يبين رسما تخطيطيا لمحرك مركب به أقطاب توحيد ٠ وشكل ٧ ــ ٤١ يبين محركا ذا قطبين رئيسيين وقطبى توحيد ، موصل للحصول على دوران فى عكس اتجاه عقربى الساعة ٠ وفيما يلى طريقة توصيل هذا المحرك :

صل ملفات التوازى مع بعضها على التوالى بحيث تنتج القطبية الصحيحة فى كل منها ٠ وأخرج طرفا السلك من المحرك ٠ تعرف على قطبية أحد الاقطاب ٠ قم بنفس العملية مع ملفات التوالى ، وأخرج سلكين من المحرك ٠ صل أقطاب التوحيد على التوالى بحيث تنتج فى الاقطاب المتتالية منها قطبية مختلفة ، ثم صلها كلها على التوالى مع المنتج ، وأخرج طرفا من أحد أقطاب التوحيد وطرفا من المنتج ، فتكون ستة أطراف قد أخرجت بذلك من المحرك ، اثنان لملفات التوازى ، واثنان لملفات التوالى ، واثنان لاقطاب التوحيد مع المنتج ، (يوصل أحد طرفى ملفات التوازى فى بعض الاحيان ، مع أحد طرفى ملفات التوالى بداخل المحرك ، ويخرج منهما طرف واحد ، فيكون مجموع الاطراف الخارجة من المحرك كلها خمسة) ٠ صل الاطراف الستة بالطريقة المبينة فى شكل ٧ ــ ٤١ ، بحيث ينتج محرك مركب ٠

ولما كان توصيل المحرك قد روعى فيه أن ينتج دورانا فى عكس اتجاه عقربى الساعة ، فان قطب التوحيد يجب أن يكون له قطبية مماثلة للقطب الرئيسى الذى وراءه ، وعلى ذلك يجب التأكد ، عند اختبار أقطاب التوحيد ، من أن قطبيتها لا تختلف من قطب الى الذى يليه فقط ، وانما تكون صحيحة أيضا بالنسبة الى الاقطاب الرئيسية ، وهذا هو السبب فى وجوب معرفة قطبية أحد الاقطاب الرئيسية ٠

اذا حدث أن دار المحرك فى اتجاه عقربى الساعة ، فسوف يكون من الضرورى عكس اتجاه الدوران ، ويمكن الوصول الى ذلك بعكس توصيل السلكين س ، ص المبينين فى شكل ٧ ـ ٤٢ ، فتظل جميع الاقطاب كما هى ٠

عكس اتجاه الدوران فى محركات التيار المستمر

يمكن عكس اتجاه الدوران فى محرك التيار المستمر بعكس اتجاه مرور التيار فى المنتج أو فى ملفات الأقطاب ٠ ومن المعتاد عكس اتجاه مرور التيار فى المنتج فى حالة محرك التوالى ٠ شكل ٧ ـ ٤٣ يبين هذه الطريقة ، وكل ما نحتاج اليه فى هذه الحالة هو تبديل الطرفين على حاملى الفرش ٠ وشكل ٧ ـ ٤٤ يبين طريقة عكس اتجاه دوران محرك توال بعكس اتجاه مرور التيار فى ملفات الأقطاب ، وفى هذه الحالة يبدل توصيل طرفى ملفات المجال ٠

يكون تغيير اتجاه الدوران فى محرك التوازى بنفس الطريقة التى اتبعت مع محرك التوالى ٠ يبين شكل ٧ ـ ٤٥ محرك تواز ذا قطبين ، وقد عكس اتجاه الدوران فيه بتبديل توصيل طرفى المنتج ٠ ولعكس اتجاه الدوران فى محرك تواز به أقطاب توحيد ، لابد من عكس اتجاه مرور التيار فى المنتج وأقطاب التوحيد معا كوحدة ٠ وشكل ٧ ـ ٤٦ يبين هذه الطريقة ٠ واذا عكسنا طرفى المنتج بدون أقطاب التوحيد ، فسوف ينتج عن ذلك أن تصبح قطبيتها غير صحيحة ، مما يؤدى الى ازدياد سخونة المحرك أثناء دورانه ، وحدوث شرار عند الفرش ٠

عكس اتجاه دوران محرك مركب ذى قطبين وقطبى توحيد

يبين شكل ٧ ـ ٤٧ محركا مركبا ذا قطبين وقطبى توحيد ، بستة أطراف خارجة منه ٠ ويوصل قطبا التوحيد على التوالى مع المنتج ، فيخرج قطبى التوحيد ٠ (توصل أقطاب التوحيد فى بعض الأحيان معا على التوالى منهما الطرفان أ$_1$ ، أ$_2$ كوحدة ٠ وفى هذا الرسم ترى المنتج موصلا بين قطبى التوحيد ٠ (توصل أقطاب التوحيد فى بعض الاحيان معا على التوالى ثم توصل مع المنتج) ٠ ولعكس اتجاه دوران هذا المحرك ، لابد من عكس توصيل دائرة المنتج وأقطاب التوحيد معا كوحدة ٠ لذلك يجب عكس توصيل السلكين أ$_1$ ، أ$_2$ ، كما هو مبين بشكل ٧ ـ ٤٨ ٠

عكس اتجاه دوران محرك مركب ذى اربعة اقطاب ، واقطاب توحيد

يكون عكس اتجاه الدوران فى محرك يحتوى على أقطاب توحيد ، ذى أربعة أقطاب بنفس الطريقة التى اتبعت مع المحرك ذى القطبين ٠ شكل

٧ ـ ٤٩ يبين محركا ذا اربعة اقطاب ثم عكس اتجاه الدوران فيه بتبديل توصيل الطرفين أ$_1$ ، أ$_2$.

تحـذير : اذا عكس توصيل الاطراف عند حامل الفرش ، فسوف ينتج شرار عند الفرش ، وسوف تزداد سخونة المنتج . وسوف لا يشتغل المحرك على الوجه المضبوط فى هذه الظروف . فى كل المحركات التى تحتوى على أقطاب توحيد يجب عكس توصيل دائرة المنتج (المنتج وأقطاب التوحيد معا كوحدة) للدوران فى الاتجاه العكسى .

تحديد الخلل وإصلاحه

الاختبـــار

يجب اختبار محرك التيار المستمر الجديدقبل وضعه فىمكان استعماله . ويمكن اجراء نفس الاختبارات ، حين يراد معرفة ما ستكون عليه حـــالة المحرك عند تشغيله ، أو عند الكشف الاخير ، على محرك تم اصلاحه .

١ ـ أجر الاختبار للكشف عن التماسات الارضية فى ملفات المجال ، أو فى المنتج ، أو فى حوامل الفرش .
٢ ـ ابحث عن فتحات فى دائرة ملفات المجال ، أو فى دائرة المنتج .
٣ ـ أجر الاختبار لمعرفة الاطراف الستة فى محرك مركب .
٤ ـ أجر الاختبار للكشف عن نوع التوصيل ، متشابه أو متباين .
٥ ـ اختبر صحة القطبية فى أقطاب التوحيد .
٦ ـ اختبر صحة وضع حوامل الفرش .

١ ـ اختبار التماس الارضى . قبل اجراء اختبار الكشف عن التماس الارضى على المحرك ، يجب حل كل التوصـيلات الداخليـة فيه ، وينطبق هذا على وجه الخصوص على حالة المحرك الذى يختبر فى مكان تشغيله . وتستخدم الطريقة الآتية فى اختبار المحرك المركب ، ولكن يمكن اختبار أى محرك تيار مستمر آخر بنفس الطريقة : استعمل دائرة الاختبار بالمصباح الكشاف وضع أحد طرفى الدائرة على اطار المحرك . المس جميع أطراف المحرك على التتابع بالطرف الآخرلدائرة الاختبار ، كما يظهرفىشكل ٧ ـ ٥٠ . يجب ألا يضىء مصباح الاختبار ، فاذا أضاء دل ذلك على وجود تماس ارضى ، حدد ما اذا كان التماسفى دائرة ملفات المجال (ملفات التوازى أو التوالى) أو فى دائرة المنتج .

اذا كان التماس الارضى موجودا فى ملفات التوالى ، أو فى أقطاب التوحيد ، أو فى ملفات التوازى ، فسوف يكون من الضرورى رفع ملفات المجالات المختلفة من الاطار واعادة عزلها بالشريط . يبين شكل ٧ ـ ٥١ المواضع التى يزداد احتمال حدوث التماسات الارضية عندها . وقد يحترق ملف المجال المتماس مع الارض وتتمزق عدة اسلاك فيه ، مما يستلزم اعادة لفه . وظهور التماس الارضى فى دائرة ملفات المجال لا يعنى ان جميع الملفات متماسة أرضيا ، وانما يكون العيب عادة فى واحد منها فقط ، ولتحديد الملف المعيب يجب قطع التوصيل بين الملفات ، واختبار كل قطب على حدة ، كما يظهر فى شكل ٧ ـ ٥٢ .

تنص بعض التنظيمات القانونية على توصيل الاطار بالارض ، عن طريق ماسورة مياه متصلة بالارض ، وذلك فى حالة المحركات التى لا تنتقل من مكانها بتاتا . وهذا تامين ضد ما يحتمل حدوثه فى حالة التماس الارضى ، اذ لو لم يكن الاطار متصلا بالارض ، فقد يصاب العامل بصدمة كهربية عنيفة عند لمسه . وعندما يكون الاطار موصلا الى الارض ، يحترق المصهر اذا حدث تماس أرضى ، معطيا الاشارة بأن هناك أمرا على غير ما يرام بالمحرك .

٢ ـ الاختبار للكشف عن الفتحات . تجرى اختبارات مختلفة للمحركات المختلفة :

(ا) **دوائر الفتح فى محرك التوالى** : يخرج من محرك التوالى الصغير سلكان فقط للتوصيل على الخط ، ويكون توصيل ملفات المجال بملفات المنتج داخليا . اذا وصل السلكان الى طرفى دائرة الاختبار ، كما يظهر فى شكل ٧ ـ ٥٣ ، يجب ان يضىء المصباح بما يعنى أن الدائرة مقفلة . فاذا لم يضىء المصباح ،فقد يكون سبب العيب :

١ ـ الفرش غير متلامسة مع الموحد .
٢ ـ سلك مقطوع فى ملفات المجال .
٣ ـ قطع فى التوصيل بين ملفات المجال .
٤ ـ سلك مقطوع أو محلول فى حامل الفرشة .

ويمكن اجراء نفس الاختبار مع محركات التوالى الكبيرة التى تكون فيها أطراف ملفات المجال والمنتج كلها خارجة .

(ب) **دوائر الفتح فى محرك التوازى** : توجد دائرتان فى محرك التوازى ، احداهما خلال ملفات المجال ، والثانية تشتمل على ملفات المنتج . فى المحركات الصغيرة تعمل التوصيلات داخليا ، ولا يخرج من المحرك سوى سلكين .

ولذلك يجب حل مثل هـذا المحرك ، عند اختباره ، للوصـول الى أطراف ملفات المجال وملفات المنتج .

اذا أمكن الوصول الى أطراف الاسلاك ، كما يظهر فى شكل ٧ ـ ٥٤ ، اختبر كل دائرة على حدة . يجب أن يضىء المصباح بشدة عند اختبار دائرة المنتج ، فى حين يكون الضوء خافتا عند اختبار دائرة المجال . ويستخدم هذا الاختبار أيضا للتفريق بين طرفى دائرة المنتج وطرفى دائرة المجال ، اذا كان هناك لبس بين الاطراف الاربعة . اذا ظهر فتح فى دائرة المنتج ، فقـد يكون العيب فى الفرش ، أو فى توصيلاتها ، أو فى ملفات المنتج . واذا ظهر أن الفتح فى دائرة المجال ، فقد يكون العيب اما فى أحـد ملفـات المجال واما فى التوصيل بينها .

(ج) دوائر الفتح فى المحرك المركب : عند اختبار المحرك المركب ، يفرق بين ثلاث دوائر فيه : واحدة تمر بملفات التوازى ، والثانية بملفات التوالى ، وتشتمل الثالثة على ملفات المنتج . يبين شكل ٧ ـ ٥٥ ستة أطراف خارجة من محرك مركب ، اثنان من ملفات التوازى ، واثنان من ملفات التوالى ، واثنان من المنتج . وعند اختبار طرفى المنتج بدائرة المصباح الكشاف ، يجب أن يضىء المصباح ، بما يعنى وجود دائرة كاملة . تتبع نفس الطريقة مع دائرتى ملفات التوازى وملفات التوالى ، وبذلك يكون لدينا ثلاث دوائر كاملة. واذا ظهر أن الفتح فى دائرة المنتج ، فقد يكون العيب فى الفرش أو توصلاتها ، أو فى أقطاب التوحيد . واذا كان العيب فى ملفات التوالى أو ملفات التوازى، اختبر ملف كل قطب على حدة لتحديد مكان الفتح ، كما يظهر فى شكل ٧ ـ ٥٥ .

تستخدم الطريقة الآتية لتحديد ملف قطب مفتوح فى محرك ذى أربعة أقطاب ، كما هو موضح بشكل ٧ ـ ٥٦ ، ويمكن استخدام هذه الطريقـة لمحرك بأى عدد من الاقطاب . أزل المادة العازلة التى على التوصيلات بين ملفات الاقطاب ، وصل أحد طرفى دائرة الاختبار بأحد طرفى المجال . حرك طرف الاختبار الآخر من وصلة الى أخرى حتى يضىء المصباح ، ففى شـكل ٧ ـ ٥٦ مثلا حرك طرف الاختبار من ١ الى ٢ ، الى ٣ ، وهكذا ، الى أن يضىء المصباح ، او تحدث شرارة ، فاذا أضاء المصـباح أو حدثت شرارة على طرف الاختبار عند النقطة ٢ يكون الملف ١ مفتوحا ، واذا أضاء المصباح عند النقطة ٣ يكون العيب بملف ٢ ، وهكذا .

٣ ـ الاختبار لمعرفة الاطراف الستة فى المحرك المركب ٠ توضع علامات دائما على أطراف المحرك المركب قبل شحنه من المصنع ، والعلامات التقليدية مبينة بشكل ٧ ـ ٥٧ ، فيوضع على طرفى المنتج العلامتان أ١ ، أ٢ وعلى طرفى ملفات التوازى ف١ ، ف٢ ، وعلى طرفى ملفات التوالى س١ ، س٢ ٠ واذا كانت العلامات التى على الاطراف قد اختفت ، يصبح من الضرورى اختبار الاطراف لاعادة وضع العلامات عليها ، وذلك قبل توصيل المحرك توصيلا صحيحا ٠ ويمكن معرفة العلامات بالطريقة الآتيـة :

استعمل دائرة مصباح الاكتشاف ، كماهو مبين بشكل٧ـ٥٨ للتفريق بين الدوائر الثلاث ، للمنتج ، وملفات التوالى ، وملفات التوازى ٠ وسوف تكون النتيجة الحصول على ثلاثة أزواج من الأطراف ٠ أحد هذه الأزواج سوف يتسبب فى اضاءة المصباح اضاءة خافتة ، وهذان هما طرفا ملفات التوازى ، أما كل من الزوجين الباقيين فسوف يتسببان فى اضاءة المصباح بشدة ٠ ارفع فرش الكربون ، وحينئذ فسوف لا يضىء المصباح مع أحد زوجى الأطراف ، وهذان هما طرفا المنتج ، ويكون الطرفان الباقيان هما طرفى ملفات التوازى ٠ هذه الطريقة مصورة بشكل ٧ ـ ٥٨ ٠

هذه هى احدى الطرق لمعرفة الأطراف ، وهناك طرق أخرى عديدة : فيمكن ، مثلا حل المحرك وتتبع الأطراف ، وهذا هو ما يجب عمله فى حالة المحرك المركب ذى الأطراف الخمسة ٠ ويمكن فى بعض الأحيان معرفة طرفى ملفـات التوازى على الفور ، حيث يكون السلك فيهما أرفع من الآخرين ٠ وفى بعض الأحيان يمكن تتبع أسلاك المنتج الى حامل الفرشة مباشرة ، وبذلك تتحدد هذه الدائرة ٠ ويحتاج هذا النوع من الأختبار أساسا الى ذكاء ومعرفة بالدوائر ٠

٤ ـ الاختبار للكشف عن نوع التوصيل ، أهـو متشابه أم متباين ٠ توصل المحركات المركبة فى معظم الاحيان توصيلا متشابها ٠ ويكون من المستحيل أحيانا معرفة هذه التوصيلة بدون اختبار المحرك ، بعد فصله عن الحمل ٠ أجر الاختبار على الوجه الآتى :

صل الاطراف لتحصل على محرك مركب ، كماهو مبين بشكل ٧ ـ ٥٩ ، وشغله من منبع تيار مستمر ٠ لاحظ اتجاه الدوران ٠ أوقف المحرك وافصل احد طرفى ملفات التوازى ، فيتحول بذلك الى محرك توال ٠ أدر المحرك لوهلة قصيرة ، ولاحظ اتجـاه الدوران ، فاذا كان اتجـاه الدوران

واحدا في الحالتين يكون توصيل المحرك متشابها • واذا دار في الاتجاه العكسي بعد فصل ملفات التوازى ، يكون توصيله متباينا • واذا أردت توصيله متشابها ، بعد أن يثبت الاختبار أنه موصل متباين ، اعكس طرفي ملفات التوازى أو ملفات التوالى • يجرى هذا الاختبار في أغلب الاحيان بتوصيل الاطراف للحصول على محرك مركب ، كما سبق شرحه ، ثم عمل قصر على ملفات التوالى قبل ادارة المحرك لمعرفة اتجاه الدوران ، وذلك لتجنب حدوث خطأ في حالة اندفاع تيار كبير في الدائرة • ويجرى باقي الاختبار بالطريقة السابق شرحها ، فيما عدا ضرورة ازالة القصر عن ملفات التوالى •

٥ ــ اختبار صحة القطبية في أقطاب التوحيد • لا يمكن استعمال البوصلة غالبا لمراجعة أقطاب التوحيد ، وخصوصا اذا تعذر رفع المنتج من المحرك • تستخدم الطريقة الآتية مع المحركات التى يمكن فيها نقل حامل الفرشة من وضع الى وضع آخر ، ولانحتاج في هذه الحالة الى بوصلة ، كما أنه ليس من الضرورى رفع المنتج من المحرك •

صل طرفي الخط الى دائرة المنتج وأقطاب التوحيد • افصل جميع الاسلاك الاخرى • علم أماكن الفرش • ثم حرك حوامل الفرش بحيث تصبح الفرش في منتصف المسافة بين العلامات ، وهذا مبين بشكلي ٧ ــ ٦٠ و ٧ ــ ٦١ ، مرر التيار لوهلة قصيرة ، ولاحظ اتجاه دوران المنتج • فاذا دار المنتج في نفس الاتجاه الذى تحركت فيه الفرش ، تكون القطبية في أقطاب التوحيد صحيحة • واذا دار في الاتجاه العكسي تكون القطبية خاطئة ويجب عكس التوصيل الى أقطاب التوحيد • عند عمل هذا الاختبار يمكن تحريك الفرش في اتجاه عقربى الساعة ، أو في عكس اتجاه عقربى الساعة • بعد الانتهاء من عمل الاختبار ، أعد الفرش ثانية الى وضعها الاصلى •

٦ ــ اختبار صحة وضع حامل الفرشة • يتوقف عدد فرش الكربون الراكبة على الموحد على عدد الاقطاب في المحرك ، فتوجد فرشتان في محرك ذى قطبين ، وأربع فرش في محرك ذى أربعة أقطاب ، الخ • ويجب أن تكون هذه الفرش على أبعاد متساوية حول الموحد ، كما أنها يجب أن تكون في الوضع الصحيح • يجب أن تتلامس كل فرشة مع قضيبين على الاقل في نفس الوقت ، وبهذا تقصر الفرشة الملف الموصل بين هذين القضيبين •

اذا قطع ملف على المنتج خطوط قوى مغناطيسية ، فسـوف يتولد فى هذا الملف تيار تأثيرى • فاذا كان الملف مقصورا بوسـاطة الفرش ، فسوف يحترق بفعل التيار التأثيرى ، أو ينتج شررا هائلا • يوجد مكان واحد على المحرك ، حيث يمكن للملف أن يقطع أقل عدد ممكن من خطوط القوى المغناطيسية ، وهذا المكان يقع بين الاقطاب الرئيسية • ولذلك يجب وضع الفرش فى المكان الذى يجعلها تقصر ملف المنتج أثناء وجوده فى منتصف المسافة بين الاقطاب ، أو عند نقطة التعـادل هذه •

لوضع الفرش فى المكان الصحيح ، اتبع ما ياتى •

افرض أن لديك محركا ذا قطبين وقطبى توحيد ، ولو أنه يمكن استخدام الطريقة للمحركات التى تحتوى على أى عدد من الاقطاب • وتجرى العملية بأكملها أثناء تجميع المحرك • علم مجرى أحد ملفات المنتج بالطباشير ، وتتبع طرفيه الى الموحد • أدر المنتج بداخل المحرك حتى يصـبح المجرى المعلـم تحت قطب توحيد • وبينما تمسك بالمنتج فى هذا الوضع ، حرك حـامل الفرشة بحيث تصبح احـدى الفـرش على قضيبى الموحـد الموصـلين الى الملف • ثبت حامل الفرشة فى هذا الوضع •

أدر المحرك وقتا يسيرا بالفرش فى هذا الوضع • ثم حرك الفرش الى الامام والى الخلف ببطء شديد ، ولاحظ ما اذا كان المحرك يدور بصوت أكثر خفوتا ، أو بدون أى شرار صادر من الفرش ، فان كان وضع الفرش أبعد من الموضع المحدد بقضيب واحد ينتج عنه تحسن فى التشغيل • اذا كان الامر كذلك ، دع الفرش فى وضعها الجديد • وسوف يصبح العامل ، بعد أن يكتسب الخبرة والمرانة ، قادرا على تحديد الوضع المضبوط •

فى طريقة شائعة لتحديد موضع الفرش الصحيح ، يحرك طرفا فولتمتر ذى قراءة منخفضة لكى يتلامس مع قضبان الموحد المتجاورة • ثم يدار المحرك ويحـرك طرفا الفولتمتر الى الامـام والخلف ، حتى تختفى القـراءة على الفولتمتر • وهذا الوضع هو نقطة التعادل الصحيحة يحرك حامل الفرشة بعد ذلك حتى تصبح احدى الفرش فى هذا الوضع •

وهذه بعض الطرق الاخرى لوضع الفرش عند التعادل :

١ ــ يمرر التيار العادى فى دائرة المنتج وأقطاب التوحيد ، بدون مرور اى تيار فى ملفات المجال • اذ كانت الفرش عند التعادل ، فلن يدور المنتج •

٢ ــ باستخدام شوطة المجال ومعنى ذلك : ضع فولتمترا عبر الفرش ، ثم مرر التيار فى ملفات المجال فقط ، ولاحظ شوطة المؤشر على الفولتمتر •

عندما تكون الفرش فى وضع التعادل ، سوف تكون الشوطة أقل ما يمكن أو صفرا ٠

٣ – تشغيل المحرك (وهو محمل) فى الاتجاهين ، وسوف تكون السرعة واحدة عند وضع التعادل ٠

التصليحات

فيما يلى علامات الخلل التى تظهر على محركات التيار المستمر المعيبة ، وتحت كل مظهر قائمة بالعيوب المحتملة ٠ وتشير الاعداد التى بين قوسين بعد كل عيب الى رقم العلاج الذى يقابله بين طرق العلاج الموجودة على الصفحات التالية ٠

١ – اذا عجز المحرك عن الدوران عند إقفال المفتاح ، فقد يكون العيب :

(أ) احتراق المصهر (١)
(ب) اتساخ الفرش أو تحشرها (٢)
(ج) فتح المنتج (٣)
(د) فتح دائرة ملفات المجال (٤)
(هـ) ملفات مقصورة أو متماسة مع الارض (٥)
(و) قصور المنتج أو الموحد (٦)
(ز) تآكل الكراسى (٧)
(ح) تماس حامل الفرشة مع الارض (٨)
(ط) تعدى الحمل (٩)
(ى) تلف المنظم (١٠)

٢ – اذا دار المحرك ببطء ، فقد يكون العيب :

(أ) قصر المنتج أو الموحد (٦)
(ب) تآكل الكراسى (٧)
(ج) فتح فى ملفات المنتج (١١)
(د) الفرش ليست فى وضع التعادل (١٢)
(هـ) تعدى الحمل (٩)
(و) خطأ فى قيمة الجهد المستعمل (١٣)

٣ – اذا دار المحرك بسرعة أكبر من تلك التى على لوحة التسمية ، فقد يكون العيب :

(أ) فتح فى دائرة ملفات التوازى (١٤)
(ب) محرك توال يدور بدون حمل (١٥)

(جـ) قصر فى ملفات المجال أو تماس أرضى (٥)

(د) توصيل متباين فى محرك مركب (١٦)

٤ ـ اذا حدثت شرارة فى المحرك ، فقد يكون العيب :

(أ) عدم حدوث تلامس مضبوط بين الموحد والفرش (١٧)

(ب) اتساخ الموحد (١٧)

(جـ) فتح فى دائرة المنتج (٣) ، (١١)

(د) خطأ فى قطبية أقطاب التوحيد (١٩)

(هـ) قصر فى ملفات المجال أو تماس أرضى (٥)

(و) عكس توصيل طرفى المنتج (٢٢)

(ز) خطأ فى ترحيل الاطراف (١٨)

(ح) عدم وجود الفرش فى وضع التعادل (١٢) ، (١٨)

(ط) فتح فى دائرة ملفات المجال (٤)

(ى) وجود قضبان عالية أو منخفضة (٢٠)

(ك) وجود ميكا عالية (٢١)

٥ ـ اذا صدر ضجيج عن المحرك أثناء تشغيله ، فقد يكون العيب :

(أ) تآكل الكراسى (٧)

(ب) وجود قضبان عالية أو منخفضة (٢٠)

(جـ) خشونة سطح الموحد (١٧)

٦ ـ اذا زادت سخونة المحرك أثناء دورانه ، فقد يكون العيب :

(أ) تعدى الحمل (٩)

(ب) حدوث شرارة (١٧) ، (١١) والقسم ٤ فيما سبق

(جـ) الكراسى محكمة (٢٣)

(د) ملفات مقصورة (٥) ، (٦) .

(هـ) زيادة ضغط الفرش أكثر بكثير من اللازم .

١ ـ احتراق المصهر . شرحنافى الأبواب السابقةطرق الاختبار للكشف عن المصهر المحترق ، كما أن للملاحظات الآتية أهميتها فى هذه المسألة .

يمكن حل أنواع مصهرات كارتريدج ، ووضع سلك مصهر جديد يتم تكوين المصهرات ذوات الأصابع ، بحيث يمكن عند النظر خلال نافذة الميكا ، معرفة ما اذا كان المصهر فى حالة جيدة أم لا بسهولة . يمكن اختبار المصهرات بدون رفعها من مكانها ، وذلك بتوصيل مصباح على التوازى مع

الخط ، قبل مرور التيار فى المصهرات • فاذا لم يضىء ، كان هذا دليلا على أن أحد المصهرين أو كليهما محترق • عندما يكون جهد الدائرة ٢٢٠ فولتا ، تستعمل مجموعة اختبار مكونة من مصباحين موصلين على التوالى • يستعمل جهاز اختبار المصهر التقليدي فى حالة الجهود التى تصل قيمتها الى ٥٥٠ فولتا •

٢ ــ اتساخ الفرش أو تحشرها • يجب أن تضغط الفرش على الموحد بضغط تبلغ قيمته فى العادة ما بين ١ ، ٢ رطل على البوصة المربعة من السطح • ويتوافر هذا الضغط بفعل نولب ، يكون عادة موضوعا خلف الفرشة • ولكى يكون فعل اللولب منتجا، يجب أن تكون الفرشة حرة الحركة فى حامل الفرشة • اذا كان الفراغ الموجود فيه الفرشة بداخل الحامل أكبر من اللازم ، فان الفرشة سوف تهتز أثناء دوران المنتج • واذا كانت الفرشة محشورة بداخل مكانها فى الحامل ، بحيث يصبح اللولب لا يؤثر عليها ، فانها سوف لا تضغط على الموحد • وبذلك سوف يمتنع مرور التيار الى الموحد والملفات ، مما يؤدى الى حدوث فتح فى دائرة المنتج •

يجب ألا يزيد بعد حامل الفرشة عن الموحد ⅛ من البوصة ، والا فان الفرش سوف تهتز أثناء دوران الموحد • يبين شكل ٧ ــ ٦٢ أوضاعا مختلفة للفرشة • ويمكن ، فى العادة ، تنظيم المسافة المطلوبة بواسطة مسمار ضابط • من المهم أيضا أن تتلاءم الفرش مع انحناء سطح الموحد ، ويمكن تنفيذ ذلك بوضع شريط من ورق الصنفرة على الموحد ، بحيث يكون سطحه الخشن الى ناحية الفرشة ، وتحريكه الى الامام والى الخلف ، وذلك أثناء الضغط على الفرشة •

٣ ــ فتح دائرة المنتج • ينتج الفتح فى دائرة المنتج من عدة أسباب ، مثل : (أ) ضعف تلامس الفرش مع الموحد • (ب) قطع أحد أسلاك الموصلة الى حامل الفرشة • (جـ) وجود وصلة تالفة بين قطب توحيد والمنتج • (د) قطع السلك فى أحد أقطاب التوحيد • (هـ) وجود ملف أو ملفين مفتوحين على المنتج • (و) اتساخ الموحد • ويمكن الكشف عن هذه العيوب ، اما بمجرد الفحص بالنظر ، أو باستعمال مصابيح اختبار • شكل ٧ ــ ٦٣ يوضح بعض هذه العيوب • اذا ظهر وجود ملفات مفتوحة على المنتج ، يكون التصليح باعادة اللف ، أو بعمل قنطرة على قضبان الموحد •

اذا كان الموحد متسخا وجب تنظيفه بقطعة من القماش النظيف ، ثم حكه بورق الصنفرة • واذا كانت قطاعات الميكا تحت مستوى سطح الموحد ،

فيجب « كحت » الوساخةالتى بين القضبان بوساطة سلاح منشار يدوى وذلك بعد برده حتى يمكن انزاله فى المجرى بين القضيبين ٠

٤ ــ فتح فى دائرة المجال ٠ اذا حدث فتح فى دائرةملفات التوالى ، أو فى دائرة بملفات التوازى ، فسوف يمنع المحرك من الدوران ٠ ولكن اذا حدث فتح فى ملفات التوازى أثناء دوران المحرك ، فقد يتسبب هذا فى دوران المحرك بسرعة عالية جدا ، وذلك اذا لم يكن المحرك محملا ٠ غالبا ما يحدث فى المحركات المركبة قصر بين ملفات التوازى وملفات التوالى ، مما يتسبب فى حرق الاسلاك ، وعمل فتح فى الدائرة ٠ يبين شكل ٧ ــ ٦٤ مواضع عدة ، يحتمل حدوث الفتح عندها ٠ ويحدث الفتح فى بعض الاحيان فى مكان التوصيل بين طرفى ملفات المجالين ، اذ من السهل أن تنقطع هذه الاطراف ، ان لم تكن مربوطة جيدا مع الملف ٠ ويحتمل حدوث الفتح أيضا فى الطرف الخارج من المحرك ، أو نتيجة لضعف التوصيل بين ملفات الاقطاب ٠ ويكون الكشف عن الفتح ، اما بالفحص واما بالاختبار ٠

لاصلاح ملف مجال مفتوح ، ارفعه من فوق القطب ، وازل الشريط الذى يغطيه ، بأن تحله أو تقطعه ٠ اذا كان القطع فى الطبقة العلوية من الملف ، أزل اللفات القليلة التى قبله ، ثم اجعل الطرف عند هذه النقطة ، ولن يضار تشغيل المحرك بسبب نقص بعض لفات من الملف ٠ واذا كان من اللازم ازالة عدد كبير من اللفات ، اصنع وصلة مفتولة بسلك جديد عند مكان القطع ، وأضف الى الملف عددا من اللفات يساوى العدد الذى أزلته ٠ واحيانا يمكن عمل وصلة مفتولة من طرفى السلك عند مكان القطع ، وذلك بدون ازالة أى لفة ٠ اذا لم يتيسر الكشف عن مكان القطع ، أعد لف الملف بأكمله ٠

٥ ــ قصر ملفات المجال أو تماسها مع الارض ٠ يتسبب ملف المجال المقصور ، اما فى حرق المصهر ، واما فى انتاج مجال مغناطيسى ضعيف لا يمكن أن يدور به المنتج ٠ ويمكن بمجرد الفحص بالنظر ادراك ان ملفات المجال محترقة احتراقا تاما ، أما اذا وجد قصر بالملفات فقط ، فلا يمكن معرفته الا بالاختبار ٠ ويتسبب وجود قصر بملفات المجال غالبا فى دوران المحرك بسرعة أعلى من سرعته العادية ، وحدوث شرر كثير ، عند عدم وجود حمل ٠

توجد ثلاث طرق للكشف عن القصر فى ملفات المجال ، وهى : (أ) قياس قيمة المقاومة بواسطة جهاز قياس المقاومة (أوممیتر) ، (ب) تجربة سقوط الجهد ، (ج) تجربة المحول ٠

قياس قيمة المقاومة بجهاز قياس المقاومات (اوم ميتر) : لما كانت ملفات الاقطاب فى المحرك كلها متشابهة ، فمن اللازم أن تكون مقاوماتها متساوية · يبين شكل ٧ ـ ٦٥ دائرة الاختبار · تراجع قيمة المقاومة لكل ملف بوساطة الأوم ميتر ، واذا كانت القراءة أقل فى أحد الاقطاب منها فى الاقطاب الاخرى ، دل ذلك على وجود قصر فى ملف هذا القطب · ويجب عندئذ اعادة لف الملف المقصور ·

تجربة سقوط الجهد : اذا وصلت ملفات المجال فى محرك ذى أربعة اقطاب على التوالى مع خط جهده ١٢٠ فولت ، فسوف يكون نصيب كل ملف الربع من ١٢٠ فولت ، أى ٣٠ فولت · وعلى ذلك اذا قسنا الجهد الموجود على كل ملف بفولتمتر ، كما هو مبين بشكل ٧ ـ ٦٦ ، فيجب أن تكون القراءة ٣٠ فولت · والطريقة المتبعة للتعبير عن ذلك ، هى أنه يوجد سقوط فى الجهد على كل ملف مقداره ٣٠ فولت · واذا كان سقوط الجهد على أحد الملفات أقل من الآخرين ، كان هذا دليلا على وجود قصر به ·

تجربة المحول : تختبر ملفات المجال فى المحركات الصغيرة بالطريقة المبينة بشكل ٧ ـ ٦٧ · يتكون المحول من قلب حديدى مصنوع من رقائق الحديد ، وملف ملفوف على أحد جوانبه · يوضع ملف المجال فوق القلب الحديدى بحيث يستقر على ملف المحول ، ثم يوصل المحول على ينبوع تيار متغير جهده ١١٠ فولت ، واذا حدث قصر فى ملف المجال ، فسوف يتولد فيه تيار بالتأثير ، مما يتسبب فى جعله يتنافر مع ملف المحول ، وسوف يقفز ملف المجال الى أعلى ، اذا كان عدد كبير من اللفات مقصورا ·

توجد طريقة أخرى لمعرفة الملف المقصور ، وذلك بتوصيل دائرة ملفات المجال الى الخط لمدة بضع دقائق · وفى العادة يجب أن تصبح الملفات دافئة بعد ذلك ، فاذا أحسست أن أحدها لم يدفأ ، يكون هو الملف المقصور ·

ليس لملف المجال المتماس مع الارض أى تأثير فى تشغيل المحرك ، الا أن يسبب صدمة عند لمسه · ويعتبر حدوث تماس أرضى عند نقطتين مكافئا لقصر ، وقد يتسبب عنه احتراق المصهر · وتشتمل عملية اصلاح ملف متماس مع الارض على اعادة العزل ، واعادة اللف بالشريط · ويجب اعطاء هذه المسألة العناية اللازمة ، حيث تكون بعض اللفات قد أصبحت مفتوحة ، أو محترقة بصورة سيئة · تأكد من أن المنطقة التى حدث فيها التماس قد فحصت فحصا كاملا ·

٦ ــ قصر فى المنتج أو الموحد ٠ اذا وجدت عدة ملفات مقصورة على المنتج ، أو كان أكثر من ملف واحد متماسا مع الارض ، فقد لا يدور المنتج ٠ وقد يدور المنتج فى بعض المحركات نصف دورة ، أو يستمر دائرا ببطء شديد ٠ وللكشف عن وجود ملفات مقصورة ، ضع المنتج على الزوام ، واختبره بوساطة سلاح منشار يدوى ٠ وقبل القيام بهذه العملية ، يجب على كل حال تنظيف الميكا التى بين قضبان الموحد ، للقضاء على احتمال وجود القصر فيها ٠

يفصح ملف المنتج المقصور عن نفسه بالسخونة وتصاعد الدخان ٠ ويعتبر تصاعد الدخان من محرك ، غالبا ، علامة على وجود ملفات مقصورة أو محترقة فيه ٠ ويكون الدخان فى بعض الاحيان ظاهرا ، كما أنه يكون فى أحيان أخرى غير ظاهر ٠ ولكن رائحة الملفات المحترقة تكون ، على أى حال ، واضحة جدا ٠ واذا سمحنا لهذه الحالة أن تستمر وقتا قصيرا ، فسوف يلحق الضرر بالملفات المجاورة ٠ ومن ناحية أخرى ، اذا أمكن التنبيه اليها فى الوقت المناسب ، فقد يمكن انقاذ الملفات من العطب ٠ فعندما ترى الدخان يتصاعد من المحرك ، اقطع عنه التيار ، ثم اكشف عن الملف المعيب ، بأن تتحسس المنتج ، وتعثر على أسخن ملف ٠ افصله من الدائرة بالطريقة التى شرحناها فى الباب السادس ٠

اذا كان القصر فى دائرة الملف نتيجة لقصر فى القضيبين الموصلين اليه ، ارفع طرفى التوصيل من أحد هذين القضيبين ، والحم الطرفين معا وغطهما بالشريط ٠ الحم القضيبين المقصورين معا بالقصدير بعد ذلك عند سطحهما العلوى ٠ فاذا دار المحرك دون أن يتصاعد منه الدخان ، فليس من الضرورى حينئذ قطع الملف ٠ أما اذا صدر دخان من الملف ، فسوف يصبح قطعه أمرا ضروريا ٠ يمكن معرفة القضبان المقصورة فى كل الحالات تقريبا بلونها المتغير نتيجة للحرارة ٠

٧ ــ تآكل الكراسى ٠ اذا كانت الكراسى متآكلة بدرجة تجعل المنتج يستقر على أقطاب المجال ، فمن المحتمل ألا يدور المنتج ٠ واذا دار فسوف يصدر ضجيجا ٠ حاول أن تحرك عمود المنتج الى أعلى والى أسفل للكشف عن هذه الحالة ، كما شرحنا فى الباب الاول ، المحرك ذو الوجه المشطور ٠ ويمكن معرفة وجود الكراسى المتآكلة بسهولة عن طريق الضجة التى تنتج ، وعند وجود بقع ملساء متآكلة على سطح العضو الدائر ٠ والعلاج الوحيد هو وضع كراسى جديدة ٠

٨ ــ تماس حامل الفرشة مع الارض · وقديتسببحدوث تماس ارضى فى حامل الفرشة عند نقطة واحدة فى حرق المصهر ، اذا كان الاطار متصلا بالارض · ويحدث هذا فى الغالب اذا كان المحرك يشتغل على ٢٢٠ ڤولت : استعمل دائرة مصباح الاختبار للكشف عن حوامل الفرشة المتماسة مع الارض · ويجب فصل جميع الاسلاك من حامل الفرشـــة ، ورفع الفرش من فوق الموحد ، قبل اجراء هذا الاختبار · ثم يلصق احد طرفى دائرة الاختبار على الغطاء الجانبى ، بينما تلمس حوامل الفرشة بالطرف الآخر بالترتيب · وتدل اضاءة المصباح على تماس حامل الفرشة مع الارض · ويكون العلاج برفع حامل الفرشة من ماسك الحوامل ، واعـــادة العزل بوساطة وضع ورد من الفبر أو الميكا عند مكان التماس ·

٩ ــ تعدى الحمل · اذا وضع على المحرك حمل زائد عن الحد ، فقـد لايدور على الاطلاق · واذا أصبح المحرك ساخنا جدا ، كان هذا دليـــلا على وجود تعد فى الحمل · ولمعرفة ما اذ كان هناك تعد فى الحمل ، حل الحزام أو أى أداة أخرى تربط المحرك بالحمل ، وحاول تشغيل المحرك · فاذا كان على ما ينبغى ، فان الاحتمال الوحيد هو وجود العيب فى الحمل نفسه · ويجب حينئذ تقليل الحمل ، أو وضع محرك أكبر · راجع الباب الرابع ، المحركات الثلاثية الاوجه ، حيث يوجد وصف مفصل لهذه الحالة ·

وليس من الضرورى أن يكون سبب وجود حالة تعدى الحمل راجعا الى الحمل نفسه ، فان كل ما يتسبب فى دوران المحرك ببطء هو شكل من أشكال تعدى الحمل · فالكراسى المشحوطة ، مثلا ، تتسبب فى ابطاء سرعة المحرك ، وعلى ذلك فهى تعتبر من حالات تعدى الحمل ·

راجع التيار المار بالمحرك بوساطة أمبير متر ، وقارنه بالقيمة الموجودة على لوحة تسمية المحرك · اذا كان تعدى الحمل ناتجا من شحط فى الكراسى ، اكحتها الى أن يمكن ادارة المحرك باليد بدون صعوبة ، واذا كان ناتجا من ازدياد الحمل فوق المقرر ، استعمل محركا أكبر ، أو قلل الحمل ، الخ ·

١٠ ــ عيب فى المنظم · اذا لم يعمـــل صندوق البدء ، أو المنظم على الوجه الصحيح ، فقد يكون هو السبب الوحيد فى احتراق المصهر · وقـد يكون الخلل نتيجة لعيب فى أجزاء المنظم نفسه ، أو لخطأ فى التوصيل بين المحرك والمنظم · وفى أى من الحالتين ، يجب أن يكون القائم بالاصلاح على دراية تامة بطريقة تشغيل المنظم ، وعمل التوصيلات الخاصة به ، وذلك قبل محاولة القيام باصلاحه · راجع الرسومات الخاصة بهذا الموضـــوع فى الباب الثامن ، منظمات التيار المستمر ·

١١ ـ فتح فى دائرة ملفات المنتج ٠ يتسبب وجود ملف مفتوح على المنتج فى حدوث شرر عنيف على الموحد كما أنه يعوق المحرك عن الدوران بالسرعة الموجودة على لوحة التسمية ٠ وسوف يكشف الفحص عن وجود بقع محترقة عند قضبان الموحد الموصلة الى الملف المفتوح ٠ وفى حالة اللف الانطباقى يتسبب ملف واحد مفتوح فى عمل بقعة واحدة محترقة ٠ فى حين تنتـج بقعتا احتراق فى حالة اللف التموجى ذى الاربعة الاقطـاب ٠ وقد تنشـأ الدائرة المفتوحة بسبب حل بعض الاطراف الموصلة الى قضبان الموحد ، أو بسبب سوء لحام هذه الاطراف مع القضبان ٠ فى هذه الحالة تحـل الاطراف ، المشتبه فى أمرها ، من القضبان ، وتنظف ، ثم يعاد وضعها فى مكانها . ولحامها ٠ واذا كان الفتح قد حدث نتيجة لقطع فى السلك بأحـد الملفات ، تخط قضيبين على كل من جانبى البقعة المحتـرقة ٠ واذا ظهر على الموحد أكثر من بقعة واحدة محترقة ، تخط القضبان كما سبق فى مكان واحد فقط وأدر المحرك ، فاذا اختفى الشرر ، لا تخط قضـبانا أكثـر من ذلك ٠

١٢ ـ الفرش ليست فى وضع التعادل ٠ يجب أن تقصر الفرشة الملف عندما يكون فى منطقة التعادل ٠ اذا انحل مسمار الضبط الذى يحفظ ماسك الفرش فى مكانه ، فقد يتسبب ذلك فى تحريك الفرش ، وابعادها عن الوضع الصحيح ٠ فاذا حدث ذلك ، فسوف ينتج شرر عنيف ، كما أن المحـرك سوف يبطىء فى السرعة ٠ ضع الفرش فى موضعها الصحيح ٠

هذه الحالة مشابهة لوجود خطأ فى ترحيل الاطراف ٠ ويكون العلاج بتحريك الفرش من مكانها ، الى أن يختفى الشرر ، والمحرك يدور بحمله الكامل ٠ ويمكن العثور على وضع الفرش الصحيح ، فى محرك ذى اقطاب توحيد ، بادارة المنتج حتى يصبح أحد الملفات واقعا فى منتصف المسافة بين قطبين ، أو تحت أحد أقطاب التوحيد مباشرة ، كما يظهر فى شكل ٧ ـ ٦٨ ٠ بعد ذلك تتبع طرفىْ هذا الملف حتى تصل الى الموحد ، ثم حرك الفرش ، حتى يصبح القضيبان الموصلان الى هذا الملف مقصـورين بفرشة ٠ ويمكن أيضـا استخدام طريقة الفولتمتر ٠ فى حالة المحرك الذى لا يحتوى على أقطاب توحيد ، يكون موضع الفرش ، وهو يتوقف على اتجاه دوران المحرك ، مختلفا عن ذلك قليلا ٠ فاذا كان المحرك يدور فى اتجاه عقربى الساعة ، يجب تحريك الفرش فى عكس اتجاه الدوران عدة قضبان ، من الموضع الذى يجب أن تحتله ، لو وجدت أقطاب توحيد فى المحرك ٠

١٣ ـ خطأ فى قيمة الجهد المستعمل ٠ تصمم المحركات لتشغيلها على جهد معين ٠ فاذا كان الجهد المستعمل أقل من الموجود على لوحة التسمية ، فسوف يدور المحرك بسرعة أقل ٠ واذا وضع الحمل على المحرك ٠ فمما لا شك فيه أنه سوف لا يدور ، ويحتمل أن يتسبب فى احتراق المصهر ٠ تأكد من أن الجهد المستعمل يساوى الجهد الموجود على لوحة التسمية ٠ وعند الشك فى قيمة جهد الخط ، قسه بوساطة فولتمتر ٠

١٤ ـ فتح فى دائرة ملفات المجال ٠ اذا حدث فتح فى دائرة ملفات التوازى ، أثناء دوران المحرك بدون حمل ، فقد تزداد سرعة المنتج الى درجة خطيرة ، يصبح معها من المحتمل أن يقذف المنتج بالملفات فى خارجه بفعل قوة الطرد المركزى ٠ وعند حدوث حالة مماثلة لذلك ، يوصف المحرك بأنه انطلق ٠ ولكى يمكن شرح هذه الحالة ، يجب أولا مناقشة نظريات المولد ٠

المولد هو آلة تستعمل لتحويل الطاقة الميكانيكية الى طاقة كهربية ٠ وهو يتكون من عدد من ملفات السلك تدور فى مجال مغناطيسى ٠ ونتيجة لهذا الدوران تقطع الملفات المجال المغناطيسى ، فينشأ عن ذلك تولد جهد كهربى فى الملفات ٠

هذه الحالة لا تنشأ فى المولد فقط ، ولكنها تحدث أيضا فى المحرك ، حيث ان كل مايلزم لتوليد الكهرباء هو وجود ملف يدور فى مجال مغناطيسى، ولما كانت هذه العوامل الثلاثة موجودة فى المحرك (ملفات من السلك ، الدوران والمجال المغناطيسى) ، فان المحرك أيضا يولد كهربا ويطلق على الجهد الناشىء فى هذه الحالة : القوة الدافعة الكهربية المضادة (ق ٠ د٠ك مضادة) أو الجهد المضاد ، وذلك لأنها تتولد فى الاتجاه المضاد لاتجاه الجهد المستعمل ٠ وقد أثبتت التجارب أن الزيادة فى قوة المجال المغناطيسى تؤدى الى الزيادة فى قيمة ق ٠ د ٠ ك ٠ المضادة ، كما أنه كلما ازدادت سرعة قطع الملفات لخطوط المجال ، ازدادت قيمة الجهد المتولد ٠ فاذا كان المطلوب ، مثلا ، توليد ق ٠ د ٠ ك ٠ مضادة قيمتها ١٠٠ فولت ، أمكن الحصول عليها ، اما بدوران منتج بسرعة كبيرة فى مجال مغناطيسى ضعيف ، أو بدوران المنتج بسرعة أقل فى مجال أكثر قوة ٠

يكون للجهد المتولد فى المحرك قطبية مضادة لقطبية الجهد المستعمل ، كما أنه يساويه تقريبا فى المقدار ! وعلى ذلك ، فاذا كان الجهد المستعمل يبلغ ١٢٠ فولت ، فان ق ٠ د ٠ ك ٠ المضادة تكون قيمتها حوالى ١١٠ فولت ، وفى عكس الاتجاه : بحيث يتبقى ١٠ فولت فقط لامرار التيار فى دائرة المنتج ٠ وهذا يكفى لكى يظل المحرك دائرا ٠

أولا ، تكون ق · د · ك · المضادة أقل قليلا من الجهد المستعمل ، في جميع الأوقات · ثانيا ، تتوقف قيمة ق · د · ك · المضادة على قوة المجال ، وعدد خطوط القوى ، وعلى السرعة · فاذا حدث قطع في دائرة ملفات المجال ، فلن يمر تيار فيها ، وعلى ذلك فسوف يصبح مقدار عدد خطوط القــوى في المجال صفرا تقريبا · وفي الحقيقة تظل بضعة خطوط موجودة ، وهي الناشئة عن المغناطيسية المتبقاة في الأقطاب · ونتيجة لذلك فان المنتج الذي يدور في هذا المجال الضعيف لن يولد الا ق· د· ك· مضادة ضئيلة · ولما كانت قيمة هذه القوة الدافعة الكهربية المضادة يجب أن تكبر حتى تتساوى تقريبا مع قيمة الجهد المستعمل ، فان سرعة المنتج سوف تزداد لتعويض ضعف المجال ، وبالتالي لتوليد قيمة الجهد المطلوب · وعند حدوث فتح في دائرة ملفات المجال تحدث هذه العملية آليا ·

١٥ ـ تشغيل محرك التوالي بدون حمل · لا ينبغي أبدا رفع الحمــل من محرك التوالي أثناء تشغيله ، لأنه لو حدث ذلك ، فسوف تزداد سرعة المحرك الى درجة خطيرة · يبين شكل ٧ ـ ٦٩ أن نفس كمية التيار تمــر في ملفات المنتج وفي ملفات المجال · ولما كان المحرك يسحب تيارا عندما يكون محملا أكبر من ذلك الذي يستهلكه بدون حمل ، فان شدة المجال المغناطيسي في محرك التوالي سوف تكون منخفضة عندما يكون المحــرك دائرا بدون حمل ، ولكنها تكون مرتفعة عند وجود حمل كبير على المحرك · ولكي تتولد ق· د· ك· مضادة بالقدر المطلوب مع مجال ضعيف ، يجب أن يدور المحرك بسرعة عالية جدا ·

١٦ ـ توصيل متباين في المحرك المركب · اذا حدث خطأ في توصيل المحرك ، كأن يوصل متباينا بدلا من توصيله متشابها ، فان المحرك سوف يدور بسرعة أعلى من سرعته العادية ، عندما لا يكون محملا ، ولما كان مجال ملفات التوالي ينتج قطبية تخالف قطبية ملفات التوازي في حالة التوصيل المتباين ، فان شدة المجال الكلي سوف تكون ضعيفة · ويتضح من الشرح السابق أن ضعف شدة المجال يؤدي الى زيادة السرعة ·

يمكن معرفة ما اذا كان المحرك موصلا توصيلا متباينا ، أم لا ، بملاحظة اتجاه دورانه ، عند توصيله أولا كمحرك مركب ، ثم توصيله كمحرك توال · فاذا كان اتجاه الدوران واحدا في الحالتين دل ذلك على أن التوصــيل متشابه ، والا فان التوصيل يكون متباينا ، ولتغيير حالة توصيل محرك من متباين الى متشابه ، تعكس قطبية أحد المجالين ، التوالي أو التوازي ·

١٧ ـ ضعف تلامس الفرش مع الموحد • ان حدوث شرر على الموحد يعتبر مظهرا عاما ، وأحد أسبابه الرئيسية هو ضعف تلامس الفرش مع الموحـــد ، الذى يمكن ارجاعه الى (أ) تآكل الكراسى ، (ب) تحشر الفرشة فى الحامل ، (جـ) عدم كفاية ضغط اللولب ، (د) حل وصـــلة الذيل ، (هـ) عدم تلاؤم سطح الفرشة مع الموحد ، (و) خشونة سطح الموحـــد أو وجود نقر به أو عدم انطباق محوره على محور الدوران ، أو (ز) اتساخ الموحـــد •

يتسبب الاستعمال المستمر فى حدوث تآكل فى الفرش ، لدرجة تجعل ضغط اللولب غير كاف لعمل التلامس المضبوط ، وهذه الحالة موضحة فى شكل ٧ ـ ٧٠ • وينتج عن ذلك حدوث شرر عنيف • استبدل الفرش بغيرها جديدة • ويحدث غالبا أن تتسبب الحرارة المتولدة عند الفرش فى جعل اللولب يفقد قدرته على الضغط • ويمكن اكتشاف هذا العيب بالكشف على اللولب • اذ لو كان اللولب غير صالح للعمل ، فانه لن يعود الى وضعه الأصلى لو شددته •

اذا تراكمت الشحوم والأقذار بين جوانب الفرشة وحاملها ، فانالفرشة لن تستطيع أن تبذل الضغط المطلوب على الموحـــد ، مما يؤدى الى حدوث شرر •

تزود معظم الفرش بوصلة ذيل ، كالمبينة بشكل ٧ ـ ٧١ ، وهى عبارة عن طرف صغير مرن يوصل الفرشة بالحامل ، ويمر فيه التيار من حامل الفرشة الى الفرشة (فى حالة الفرش التى لا تحتوى على وصلة ذيل يقوم اللولب بمهمة توصيل التيار) • واذا انحلت وصلة الذيل ، يحدث شرر على الموحد • ولاحكام ربط وصلة الذيل مع الفرشة ، اجعل قطعه منصهرة من معدن اللحام تسقط من مكواه اللحام فى المسافة الواقعة بين وصلة الذيل والفرشة • وفى طريقة اخرى يصنع ثقب فى الفرشة بمقاس وصلة الذيل ، التى تدخل فيه ، ثم يحشر معها مسمار صغير لكى تظل مثبتة بداخله • ويجب العناية ، فى اثناء ذلك كله ، بعدم تكسير الكربون •

اذا عجزنا عن جعل سطح الفرشة المرتكز على الموحد يتلاءم مع انحنـاء الموحد ، فسوف ينتج شرر • ويمكن تشكيل الفرشة بوضع قطعة من ورق الصنفرة الناعم على الموحد ، بوجهه الخشن فى مواجهة الفرشة ، ثم يحرك ورق الصنفرة الى الأمام والخلف ، وذلك اثناء الضغط على الفرشة ، وبعد

أن تأخذ الفرشة شكل الموحد ، ارفع الصنفرة ، ثم أنفخ جزئيات الكربون المتبقاة على الموحد لازالتها ٠

يصدر عن الموحد ذى السطح الخشن ، والموحد الذى لا ينطبق محوره مع محور الدوران ، صوت طرقات ، ويمكن معرفة أى منهما بوضع الأصبع عليه ٠ والعلاج يكون بخرط الموحد على المخرطة لضمان نعومته واستدارته ٠

ويتسبب الموحد المتسخ أيضا فى عمل شرر ، اذيجب أن يكون سطح الموحد نظيفا وخاليا من المواد الغريبة ، مثل الشحوم ، والزيت ، وحبيبات التراب ، الخ : وفى حالة الموحدات التى يكون سطح الميكا تحت مستوى سطح الموحد ، اكحت الأقذار المتراكمة بين القضبان ٠ تستقر جزيئات تراب الكربون غالبا بين القضبان على الميكا وتحدث اقواسا كهربية اثنـــاء دوران المنتج ٠ وقد تصبح الحالة سيئة ، لدرجة أن حلقة من النار تتكون حــول الموحد بأجمعه ويؤدى تنظيف الميكا الى علاج هذه الحالة ٠

١٨ ـ خطأ فى توصيل الأطراف ٠ اذا حدث خطأ فى توصيل أطراف ملفات المنتج الى قضبان الموحد ، فوصلت أبعد من مكانها المضبوط بعدة قضبان ، فسوف يحدث شرر كبير عند الفرش ويفحص ملف وهو فى وضع التعادل ، يمكن معرفة ما اذا كان طرفاه مقصورين بفرشة أم لا ٠ فاذا ظهر أن القضيبين الموصلين الى الملف وهو فىهذا الوضع ليسا مقصورين بهذه الطريقة، فمن الواضح ان هناك خطأ فى توصيل طرفى الملف ٠ والعلاج يكون بتحريك الفرش حتى ينقطع حدوث الشرر ، أو باعادة توصيل الأطراف ، اذا لم يكن فى الاستطاعة تحريك الفرش ٠

١٩ ـ خطأ فى قطبية أقطاب التوحيد ٠ الغرض من استعمال أقطاب التوحيد هو منع حدوث الشرر الذى ينتج من التيار التأثيرى ، ويتحقق ذلك فقط ، اذا كانت قطبية هـذه الأقطاب صحيحة ٠ ولما كانت أسباب حدوث الشرر متعـــددة ، فان من الصعب فحص محرك يصدر شررا ، ثم الحكم بأن السبب فى ذلك يرجع الى خطأ فى قطبية الأقطاب ٠ والاختبار هو الوسيلة الوحيدة للجزم بأن الخطأ فى قطبية أقطاب التوحيد هو السبب فى حدوث الشرر ٠ وقد شرحنا مقدما فى هذا الباب طريقة الاختبار للكشف عن صحة القطبية فى اقطاب التوحيد ، وهى التى تكون برفع الفرش وملاحظة اتجاه الدوران ٠ [illegible] كان تكوين المحرك لا يسمح باجراء هـذا الاختبار ، يجرى اختبار البوصلة للكشف عن القطبية ٠

يسحب المحرك الذى يحتوى على خطأ فى توصيلات اقطاب التوحيد تيارا أكبر من تياره العادى ، وسوف تزداد بذلك سخونته • واذا ترك المحرك يدور على هذه الحال ، فسوف يسخن الموحد لدرجة ينصهر معها القصدير المستعمل فى لحام الأطراف ، ويتناثر من مجارى الموحد • وعلى الرغم من عدم صحة توصيلات أقطاب التوحيد ، فان المحرك سوف يدور بدون أن يصدر منه شرر ، ولكن الموحد سوف يصبح ساخنا لدرجة غير عادية •

٢٠ ـ قضبان عالية أو منخفضة • تتسبب القضبان العالية والقضبان المنخفضة فى حدوث شرر زائد عند الموحد • واذا دار المحرك بسرعة بطيئة ، فسوف تصدر شرارة كلما مر القضيب العالى تحت فرشة ، واذا دار المحرك بسرعة عالية ، فسوف تظهر هذه الحالة وكأنها شرارة مستمرة ، ويصحبها اسوداد لون الموحد ، واهتزاز فى الفرش • ويمكن اكتشاف القضبان العالية والمنخفضة بامـرار الأصبع فوق الموحـد • أربط الموحد على المخرطة واخرطه ، أو استعمل حجر موحد وورق صنفرة •

٢١ ـ ميكا عالية • قد يرجع وجود الميكا العالية الى تفكك الموحد ، أو الى سرعة تآكل قضبان النحاس عن تآكل الميكا ، وهو الغالب ، ويصحب وجود هذه الحالة صدور شرر ملحوظ ، كما يمكن التعرف عليها باسوداد لون الموحد بأكمله • هذا وسوف تحس بوجود الميكا العالية عند لمسها اذ انها خشنة الملمس ، وأعلى من القضبان ، ويكون العلاج بخرط القضبان على المخرطة وقطع الميكا الى ما تحت مستوى القضبان ، ويوجد حل مؤقت بأن تضغط بحجر موحد على القضبان أثناء دوران المحرك •

٢٢ ـ عكس توصيل أطراف المنتج • يظهر هذا العيب فى المنتجات المعاد لفها لفا جديدا فقط ، ويصحبه حدوث شرر عنـد الفرش • اذا ظهر أن كل شىء آخر فى حالة جيدة ، فان الطريقة الوحيدة لكشف الأطراف المعكوسة تكون باعادة اختبار المنتج ، ويوجد بالباب السادس وصف طريقة الاختبار للكشف عن أطراف المنتج المعكوسة •

٢٣ ـ شـحط الكراسى • اذا كان العمود مشحوطا فى الكرسيين ، فسوف يكون من الصعب ادارة المنتج باليد • ويجب فى هذه الحالة كحت الكرسيين أو توسيعهما ، وذلك حتى يتلاءما مع العمود • ويوجـد حـل آخر ، وذلك بتلميع العمود بواسطة قماش امرى ناعم ، حتى يتلاءم مع العمود • وغالبا ما يكون الخطأ ، على كل حال ، ناتجـا من طريقة تجميع المحرك ، بمعنى أن يكون تركيب الغطاءين الجانبيين على الاطار غير مضبوط •

الباب الثامن

تنظيم تشغيل محركات التيار المستمر

بينا فى الباب الخامس ، تنظيم تشغيل محركات التيار المتردد ، أن منظم التيار المتردد يستخدم فى عدة أغراض · بعض هذه الأغراض المهمة هى بدء وايقاف المحرك ، تحديد تيار البدء أو السرعة ، عكس اتجــاه الدوران ، حماية المحرك ضد انخفاض الجهد و / أو تعدى الحمــل ، توفير طريقــة لفرملة المحرك ديناميكيا · وتصمم بعض المنظمات ببســاطة لبدء وايقــاف المحركات ، وبعضها الآخر يقوم بكثير من هذه العمليات ، فى حين يوجــد البعض الذى يقوم بها كلها ·

تقسم المنظمات الى أنواع عدة ، ولكنها أساسا اما أن تكون يدوية ، أو آلية · وقد خصصنا هذا الباب لوصف كل من منظمات التيار المستمر التى تشغل باليد ، والتى تشغل آليا ، وكذلك طرق توصيلها فى دائرة المحرك ·

تستهلك محركات التيار المستمر الصغيرة ، التى تقل قدرتها عن ½ حصان ، تيارا صغيرا جدا ، ويمكن لذلك توصيل الجهد الكامل على المحرك مباشرة عند البدء · وتتسبب محركات التيار المستمر الكبيرة فى مرور تيار ابتدائى كبير ، وذلك لأن مقاومتها صغيرة · فاذا وصل الجهــد بأكمله على المحرك ، وهو ما زال ساكنا ، فان مرور التيار الزائد عند البدء قد يتلف المحرك ، أو يحرق المصهر · لبدء محرك كبير ، يجب وضع وحدة مقــاومة على التوالى مع المحرك ، وذلك حتى تنخفض قيمة تيار البدء الى درجــة مأمونة العاقبة · ويمكن تقليل هذه المقاومة كلما ازدادت سرعة المحــرك · وعندما يصل المحرك الى السرعة المطلوبة ، تنعدم الحاجة الى المقاومة ، لأن المحرك يولد جهدا مضادا للجهد الموصل عليه ، فيمنع بذلك مرور تيار زائد · هذا الجهد المضاد يسمى القوة الدافعة الكهربية المضادة (ق· د· ك· مضادة) ، وتتوقف قيمته على سرعة المحرك ، فتكون أكبر ما يمكن عند السرعة الكاملة ، وصفرا عندما يكون المحرك ساكنا ·

على سبيل المثال ، اذا كانت مقاومة المنتج ، الذى يشتغل على ٢٣٠ فولت ، هى ٢ أوم ، فسوف تكون قيمة التيار الذى يمر عندما يكون المحرك ساكنا ، طبقا لقانون أوم ٠

$$\text{ت} = \frac{\text{ج}}{\text{م}} = \frac{٢٣٠}{٢} = ١١٥ \text{ أمبيرا}$$

فاذا كان المحرك دائرا ، ويولد لذلك ق ٠ د ٠ ك ٠ مضادة قيمتها ١٠٠ فولت ، يكون الجهد الكلى على المنتج ٢٣٠ ـ ١٠٠ أو ١٣٠ فولت ٠ وعلى ذلك يكون التيار

$$\text{ت} = \frac{\text{ج}}{\text{م}} = \frac{١٣٠}{٢} = ٦٥ \text{ أمبيرا}$$

أى ان قيمة التيار المار انخفضت بدرجة ملحوظة نتيجة لوجود ق٠ د٠ ك٠ مضادة ٠ واذا كان المحرك يدور بسرعته الكاملة ، ويولد ق٠ د٠ ك٠ مضادة قيمتها ٢٠٠ فولت ، فسوف تكون قيمة التيار

$$\text{ت} = \frac{\text{ج}}{\text{م}} = \frac{٢٣٠ - ٢٠٠}{٢} = ١٥ \text{ أمبير}$$

وبعبارة أخرى ، سوف يمر فى هذا المحرك ١٥ أمبير ، عندما يدور بسرعته الكاملة ، فان المائة وخمسة عشر أمبيرا سوف تمر فى المحرك الى سرعته الكاملة ، فان المائة وخمسة عشر أمبيرا سوف تمر فى المحرك وقتا يكفى لجعلها تحرقه ، او تتسبب فى الحاق ضرر كبير به ٠ ولمنع مرور التيار الابتدائى الكبير ، توصل مقاومة فى دائرة المحرك ، وتقلل تدريجيا كلما ازدادت سرعة المحرك وتولدت فيه ق٠ د٠ ك٠ مضادة ٠ وتوضع المقاومة فى صندوق يطلق عليه صندوق البدء ، وهو يركب بالقرب من المحرك ٠ ويبين شكل ٨ ـ ٥ صندوق مقاومة مثالى ٠

المنظمات اليدوية

صندوق بدء ذو ثلاث نقط ، موصل الى محرك توازٍ :

يتكون صندوق البدء ذو الثلاث النقط أساسا من وحدة مقاومة ذات نقط تقسيم ، وهى التى تحدد قيمة تيار البدء فى المحرك الى درجة مأمونة ٠ ويمكن استخدام هذا النوع من البادئات مع محرك التوازى أو مع المحرك المركب ٠ وتقسم وحدة المقاومة عند نقط متعددة ، ثم تؤخذ منها توصيلات الى نقط التلامس على اللوحة المواجهة ، كما هو مبين بشكل ٨ ـ ١ ٠ عند

تحريك اليد من نقطة الى نقطة ، تقل قيمة المقاومة الداخلة فى الدائرة ٠
يوجد على اللوحة المواجهة ملف ، وهو يعمل كملف مغناطيسى حافظ ، فيحفظ اليد فى مكانها بعد أن تكون قد تحركت الى آخر نقطة تلامس ٠
السبب فى تسمية البادىء باسمه يرجع فى الحقيقة الى ثلاث نهايات على اللوحة المواجهة ، وهى مرقومة ل ، أ ، ف ، وتشير الى الخط والمنتج وملفات المجال على الترتيب ٠ وهى توصل داخليا مع اليد ، والمقاومة ، والملف الحافظ ٠

طريقة عمل البادىء المبين فى شكل ٨ ــ ١ ، عند توصيله مع المحرك ، كما يلى :

عندما تستقر اليد على نقطة التلامس الأولى ، يمر التيار من طرف الخط الموجب الى النهاية ل ، ثم خلال اليد الى نقطة التلامس الأولى ٠ بعد هذه النقطة يسير التيار فى ممرين : أحدهما خلال المقاومة كلها الى النهاية أ ، والآخر خلال الملف الحافظ الى النهاية ف ٠ ابتداء من نهاية المنتج يمر التيار خلال المنتج الى الجانب السالب من الخط ، وابتداء من نهاية ملفات المجال يمر التيار خلال ملفات التوازى الى الجانب السالب أيضا من الخط ، كما هو مبين بشكل ٨ ــ ٢ ٠ ولما كانت المقاومة بأكملها متصلة مع المنتج على التوالى عند وضع البدء ، فسوف تقل قيمة التيار الابتدائى الى حد مأمون ٠ ثم تزداد سرعة المحرك أثناء تحريك اليد ، فتنتج ق٠ د٠ ك٠ مضادة ، وهذه أيضا تعمل على الحد من قيمة التيار الذى يمر ٠

يلاحظ أنه عندما تصل اليد الى نقطة التلامس الأخيرة ، تكون مقاومة صندوق البدء بأكملها قد خرجت من دائرة المنتج ، ولكنها وضعت بالتدريج فى دائرة ملفات المجال ٠ ولن يؤثر ذلك فى تشغيل المحرك ، لأن قيمة هذه المقاومة صغيرة جدا بالنسبة الى قيمة مقاومة ملفات التوازى ٠ كما يلاحظ أيضا أن الملف الحافظ متصل على التوالى مع ملفات التوازى ، وعلى ذلك فسوف يمر فيه التيار فى الوقت الذى يكون فيه مارا فى ملفات المجال ، فيصبح بذلك مغناطيسا ٠ وبهذا يستطيع الملف الحافظ أن يحفظ اليد فى مكانها الأخير ٠

اذا حدث لأى سبب أن فتحت ملفات المجال ، فسوف يقف مرور التيار فى الملف الحافظ ٠ عند ذلك تتسبب قوة الشد فى اللولب فى ارجاع اليد الى موضعها الأصلى وتفتح دائرة المنتج ٠ وعلى ذلك فان الملف الحافظ يعمل كجهاز أمان ، لأنه اذا حدث فتح فى ملفات المجال فى محرك التوازى فى الأحوال

العادية أثناء تشغيله ، فقد ينطلق المحرك · وبسبب فعل الأمان هذا ، يطلق على الملف الحافظ اسم فاتح الدائرة بانعدام المجال ·

يمكن توصيل صناديق البدء ذات الثلاث النقط مع المحركات المركبة أيضا · ويوضح شكلا ٨ ـ ٣ ، ٨ ـ ٤ طريقة التوصيل فى هذه الحالة · والفارق الوحيد بين هذا التوصيل وتوصيل محرك التوازى هو وجود ملفات التوالى ·

توصيل صندوق بدء ذى نقط مع محرك مركب :

يوجد فرق بسيط جدا بين صناديق البدء ذات الثلاث النقط ، وصناديق البدء ذات الأربع النقط · وهذه الأخيرة موضحة فى شكل ٨ ـ ٥ ، والفارق الرئيسى بين النوعين هو توصيل الملف الحافظ على التوالى مع مقاومة ، للحد من قيمة التيار المار فيه ، وتوصيلهما معا على التوازى مع الخط ، كما هو موضح بشكلى ٨ ـ ٦ ، ٨ ـ ٧ ، وذلك بدلا من توصيل الملف الحافظ فى دائرة ملفات المجال · ويوجد في الصندوق ذى الأربع النقط أربع نهايات على اللوحة الوجهيــة بدلا من ثلاث · واطراف الخط هى ل١ ، ل٢ ، وطرف المنتج أ ، وطرف ملفات المجال ف ·

وعندما توضع اليد على نقط التلامس الأولى ، يمر التيار من الطرف الموجب للخط الى اليد ، فنقطة التلامس الأولى · ومن هنا يصبح أمام التيار ثلاثة ممرات ، يمكن تتبعها فى شكل ٨ ـ ٧ : أحد هــذه الممرات يحتوى على المقاومة ، ومنها الى نهاية المنتج ، فالمنتج وملفات التوالى ، ثم ينتهى عند الجانب السالب للخط · وممر آخر يبد من نهاية ملفات المجال ، ويمر بملفات التوازى ، ثم ينتهى عند الجانب السالب من الخط · والدائرة الثالثة تحتوى على الملف الحافظ والمقاومة المتصلة معه على التوالى ، ثم تنتهى بالجانب السالب من الخط · ولما كان الملف الحافظ متصلا على التوازى مباشرة مع الخط ، ولا يمكنه أن يحتفظ باليد فى موضعها اذا انعدم الجهد ، يطلق عليه اسم فاتح الدائرة بانعدام الجهد ·

يمتاز هذا الصندوق على الصندوق ذى الثلاث النقط ، بأنه يمكن توصيل مقاومة متغيرة فى دائرة ملفات المجال لزيادة سرعة المحرك · يقابل ذلك أن السرعة قد تزداد الى حد خطير ، لو كانت المقاومة المضافة زائدة عن الحد ، لأن ذلك يشبه تماما تشغيل المحرك ودائرة المجال مفتوحة · وشكل ٨ ـ ٨ يبين رسما لصندوق ذى اربع نقط وبه مقاومة اضافية

فى دائرة المجال . وقد روعى فى الرسومات وضع النهايات فى نقط مناسبة على اللوحة الوجهية لتسهيل الرسومات . وفى البادئات الحقيقية توضع النهايات عموما فى صف ، اما بأعلى واما بأسفل اللوحة المواجهة .

ريوستات منظم السرعة ذو الأربع النقط

هذا الريوستات عبارة عن جهاز لتنظيم سرعة المحرك . وتشبه توصيلات الريوستات ذى الأربع النقط صندوق البدء ذا الأربع النقط السابق شرحه ، فيما عدا احتواء الصندوق على المقاومة الداخلة فى دائرة المجال ، الى جانب احتوائه على المقاومة الداخلة فى دائرة المنتج ، كما هو مبين بشكل ٨ــ ٩ . كذلك يجب أن يكون مقاس سلك المقاومة فى دائرة المنتج أكبر من نظيره فى الصندوق السابق ، اذ يوجد فى اليد عجلة مسننة تمكنها من الثبات عند أى نقطة من نقط التلامس ، بفعل الملف الحافظ ، مما يؤدى الى احتمال بقاء المقاومة فى الدائرة طول الوقت ، وهذا يستدعى أن يكون سلك المقاومة سميكا بدرجة تسمح بمرور تيار المنتج ، دون أن يسخن بصورة زائدة .

عندما توضع اليد ، فى حالة التشغيل ، فوق نقط التلامس الأولى ، يمر التيار فى الملف الحافظ ، فيجذب الذراع المفصلية بحيث تستقر فى المجرى الأولى بين أسنان العجلة . وهذا يعمل على حفظ اليد فى وضعها بدون الحاجة الى امساكها باليد . ويمر التيار فى نفس الوقت فى مقاومة دائرة المنتج كلها ، ثم فى المنتج وملفات التوالى ، حتى يصل ثانيا الى الخط . يمر التيار أيضا فى قضيب النحاس الأصم الموضوع فوق تلامسات مقاومة دائرة المنتج كلها ، ثم فى المنتج وملفات التوالي ، حتى يصل ثانيا الى الخط

عندما تصل اليد الى النقطة ٥ ، تكون مقاومة دائرة المنتج قد فصلت كلها ، فى حين تكون مقاومة دائرة ملفات المجال على وشك الدخول . وسوف يؤدى ذلك الى زيادة سرعة المحرك كلما تحركت اليه بعد ذلك ، حتى تصل الى آخر نقطة تلامس . تذكر أنه يمكن ترك اليد فى أى وضع ، ترغب فى تركها عنده .

ريوستات صندوق البدء ذى الأربع النقط ومنظم السرعة

يتكون هذا الريوستات من صندوق بدء ومنظم سرعة . ويحتوى هذا البادىء على يد ذات طابع خاص ، (مبينة بشكل ٨ ــ ١٠) لها فى الواقع ذراعان : احداهما موجودة تحت الأخرى . وعندما تتحرك اليد فى البداية ، تكون كل واحدة من الذراعين مرتبطة بالأخرى ، حتى اذا ما وصلت اليد الى

نقطة التلامس الأخيرة ، يعمل الملف الحافظ على حفظ الذراع المتلامس مع مقاومة دائرة المنتج فى مكانها • اذا أردنا زيادة سرعة المحرك فوق سرعته العادية نحرك اليد فى اتجاه مضاد لاتجاه عقربى الساعة • وهذا يؤدى الى تحريك الذراع المتلامسة مع مقاومة دائرة ملفات المجال فقط ، فتزداد المقاومة فى هذه الدائرة ، كما هو مبين بشكل ٨ ــ ١١ •

عندما تكون اليد فى وضع اللا توصيل ، تكون مقاومة دائرة المجال مقصورة بوساطة تلامس مساعد موجود على اللوحة الوجهية • وهذا التلامس قابل للحركة ، بحيث انه اذا تحركت اليد الى الوضع العلوى ، يفتح التلامس المساعد مقاومة دائرة ملفات المجال المقصورة ، لكى يمكن استعمالها فى دائرة المجال • والغرض من قصر مقاومة دائرة المجال ، هو ابطال استعمالها ، حتى تنفصل مقاومة دائرة المنتج كلها •

عند التشغيل تحرك اليد الى نقطة التلامس الأولى ، فتتكون دائرة توصيل من الجانب الموجب للخط الى اليد ، ثم خلال المقاومة باكملها ، ودائرة المنتج ، حتى تعود ثانية الى الجانب السالب • وتكمل أيضا الدائرة من زر التلامس الأول خلال التلامس المساعد ، الى نهاية دائرة المجال ، فدائرة المجال ، ثم الى الخط • عندما يصل المحرك الى سرعته المعتادة ، تكون اليد قد تحركت الى نقطة التلامس الأخيرة ، فيعمل التلامس المساعد على ادخال المقاومة فى دائرة ملفات المجال ، وقفل دائرة الملف الحافظ ، الذى يعمل على حفظ اليد فى موضعها • فاذا أردنا زيادة السرعة ، تحركت الذراع المتلامسة مع مقاومة دائرة المجال فى عكس اتجاه عقربى الساعة ، عاملة بذلك على ادخال المقاومة فى دائرة المجال ، مما يؤدى الى زيادة السرعة • وعند فتح المفتاح الرئيسى يعمل لولب ملفوف عند قاعدة اليد على ارجاعها الى وضع اللاتوصيل •

يبين شكل ٨ ــ ١٢ مجموعة أخرى لبادىء ومنظم سرعة ، واساس طريقة التشغيل فيها كما فى الصندوق السابق ، وانما تختلف عنها قليلا فى تكوينها ، اذ تتكون اليد فى هذا البادىء من ذراعين ، ذراع رئيسية ، وذراع مساعدة ، وتركب الذراع الرئيسية على مجموعتين من أزرار التلامس ، واحدة لمقاومة دائرة المجال ، والثانية لمقاومة دائرة المنتج • وتكون مقاومة دائرة المنتج فقط هى الداخلة فى الدائرة عند تحريك الذراع الى أعلى • وتكون الذراع المساعدة اثناء هذه العملية فى وضع يجعلها تقصر مقاومة دائرة المجال ، مما يبطل عملها خلال فترة فصل مقاومة المنتج •

عندما تصل الذراع الرئيسية الى نقطة التلامس الأخيرة ، تعمل الذراع المساعدة على توصيل نهايتى دائرة المنتج الى الخط مباشرة ، كما تعمل فى الوقت نفسه على ادخال المقاومة فى دائرة المجال • فاذا أعيدت الذراع الرئيسية الى نقطة البدء ، ينفصل الملف الحافظ ، فتنطلق الذراع المساعدة عائدة الى وضعها الأصلى ، وينفصل المحرك بأكمله من الخط •

عكس اتجاه دوران المحركات الموصلة مع صناديق ذات ثلاث وأربع نقط

ذكرنا فى الباب السابع ، محركات التيار المستمر ، أنه توجد طريقتان لعكس اتجاه الدوران فى محرك التيار المستمر ، وهما عكس اتجاه مرور التيار ، اما فى المنتج ، واما فى ملفات المجال • والطريقة المتفق عليها هى عكس اتجاه مرور التيار فى المنتج • ويستخدم لهذا الغرض ، فى حالة البادئات اليدوية ، مفتاح ذو قطبين بناحيتى توصيل ، وهو يوصل بالطريقة المبينة بشكل ٨ ــ ١٣ • ويستخدم أجهزة أخرى أيضا ، ولكنها تتشابه فى أساسها • اذ أن الغرض الأول من استعمالها هو عكس اتجاه مرور التيار فى دائرة المنتج • ترى فى الأشكال ٨ ــ ١٤ ، ٨ ــ ١٥ ، ٨ ــ ١٦ رسومات لمحرك توالى يكون عكس اتجاه الدوران فيه بوساطة مفتاح ذى قطبين بناحيتى توصيل ، موصل فى دائرة المنتج •

ويعكس اتجاه الدوران فى محرك التوازى بنفس الطريقة ، أى بتوصيل مفتاح عاكس فى دائرة المنتج ، كما هو مبين فى شكلى ٨ ــ ١٧ ، ٨ ــ ١٨ •

رسم التوصيل للمحرك المركب يشبه محرك التوالى ، مع اضافة ملفات التوازى ، التى توصل على التوازى مع الخط • وعند توصيل محرك مركب مع مفتاح عاكس ، يجب أن يتم التوصيل أولا كما فى محرك التوالى ، ثم توصل ملفات التوازى على الخط ، كما هو مبين بشكل ٨ ــ ١٩ • فاذا كانت ستة أطراف خارجة من المحرك ، يجب العناية بتوصيل المجرك « متشابه » ، واذا كانت خمسة أطراف فقط خارجة ، يجب توصيل الطرف المتصل بملفات التوالى وملفات التوازى الى الخط • وعند عكس اتجاه دوران محرك ذى أقطاب توحيد ، يجب عكس المنتج وأقطاب التوحيد معا كوحدة • هناك احتياط تجب ملاحظته عند عكس اتجاه الدوران فى محرك ، وذلك بتركه حتى يتوقف تماما عن الدوران ، قبل محاولة تشغيله فى الاتجاه المضاد •

توصيل مفتاح عاكس فى دائرة منتج تواز موصل الى صندوق ذى ثلاث نقط :

يبين شكل ٨ ـ ٢٠ رسما لتوصيل مفتاح ذى قطبين بناحيتى توصيل ، وصندوق ذى ثلاث نقط ، مع محرك تواز . ولعكس اتجاه دوران المحرك ، يفتح أولا المفتاح الرئيسى ، وهذا يؤدى الى وقف المحرك عن الدوران تماما ، كما يجعل يد الصندوق أيضا تعود الى وضع اللاتوصيل . بعد ذلك يبدل توصيل المفتاح العاكس الى الناحية الاخرى ، ويقفل المفتاح الرئيسى ، ثم ترفع اليد ببطء تدريجيا .

محرك مركب ـ صندوق ذو ثلاث نقط

اذا أردت عكس دوران محرك مركب ، وصله تماما كما يظهر فى الرسم بشكل ٨ ـ ٢٠ ، فيما عدا اضافة ملفات التوالى ، كما ترى فى شكل ٨ ـ ٢١ . لاحظ أن المنتج وأقطاب التوحيد فى هذا الرسم تعكس كوحدة ، لأنه اذا عكس اتجاه المنتج فقط ، فسوف ينتج شرر الفرش ، وتزداد سخونة المحرك .

محرك تواز ـ صندوق ذو أربع نقط

لتوصيل محرك تواز مع صندوق ذى أربع نقط ومفتاح عاكس ، فان من الضرورى توصيله كما هو مبين بشكل ٨ ـ ٢٠ ، أى مع صندوق ذى ثلاث نقط ، ثم يضاف سلك رابع لتوصيل النقطة الرابعة بالخط ، كما هو مبين بشكل ٨ ـ ٢٢ .

محرك مركب ـ صندوق ذو أربع نقط

عند توصيل محرك مركب مع صندوق ذى أربع نقط ومفتاح عاكس ، يجب توصيله بالطريقة المبينة بشكل ٨ ـ ٢٣ .

عكس اتجاه الدوران فى المحركات الصغيرة بوساطة مفتاح من النوع الاسطوانى

يشبه المفتاح الاسطوانى فى مظهره المنظمات الاسطوانية المستعملة فى عربات الترولى ، ولكنه أصغر منها كثيرا فى الحجم . وهو مقفل تماما ، وتوجد بأعلاه يد ، كما يظهر فى شكل ٨ ـ ٢٤ . وتوجد بأسفله فتحة تسمح بمرور مواسير التوصيل . عندما يكون المحرك متوقفا عن الدوران تكون اليد فى الوضع المتوسط . ولكى يدور المحرك ، تحرك اليد الى ناحية اليمين . وعند عكس اتجاه الدوران يجب ارجاع اليد أولا الى

الوضع المتوسط ، حتى يتوقف المحرك تماما عن الدوران ، ثم تحـــرك الى ناحية اليسار ٠

عند رفع غطاء المفتاح تظهر النهايات التي توصل معها أطراف المحـرك والخط ٠ ونجـد عند فحص التلامسات ، أنه توجد مجموعتان ثابتتـان ، ومنظمتان كما هو موضح بشكل ٨ ـ ٢٥ ٠ وتتكون كل مجموعة من أربعة تلامسات على كل جانب من جانبي المفتاح ، وهي مثبتة في الاطار ، ومعزولة عنه ٠ والتلامسات المتحركة ، المبينة بشكل ٨ ـ ٢٦ ، مثبتة في ذراع يتحرك في منتصف المفتاح ، وهي مرتبة بحيث تتلامس مع النقط الثـابتة عنـــدما تتحرك اليد في أى الاتجاهين ٠

عندما يكون المحرك ساكنا ، لا يكون هناك اتصال بين التلامســـات المتحركة والتلامسات الثابتة ٠ وعندما يكون المحرك دائرا في احد الاتجاهين يكون وضع التلامسات كما هو مبين في شكل ٨ ـ ٢٧ ٠ وللدوران في الاتجاه الآخر يكون وضع التلامسات كما هو مبين بشكل ٨ ـ ٢٨ ٠ عند توصـــيل هذا المفتاح مع محرك توال ، كما يظهر في شكل ٨ ـ ٢٩ ، يوصـــل طرفا المنتج الى التلامسين ٣ ، ٤ ، ويوصل طرفا ملفات التوالى الى ٥ ، ٧ ٠ أما طرفا الخط فيوصلان الى ٢ ، ٨ ٠ يبين شكل ٨ ـ ٢٩ التوصـــيل لدوران في اتجاه عقربي الساعة ، كما يبين شكل ٨ ـ ٣٠ التوصيل للدوران في عكس اتجاه عقربي الساعة ٠

في حالة محرك التوازى يوصل المنتج بنفس الطريقة السابقة ، اما طرفا ملفات التوازى فيوصلان الى التلامسين ١ ، ٧ ٠ ثم يوصل التلامسان ٥ ، ٧ معا ٠ يبين شكلا ٨ ـ ٣١ ، و ٨ ـ ٣٢ مسار التيار في اتجاهي الدوران ٠

المحرك المركب هو عبارة عن محركي توال وتواز مجتمعين معا ، وعلى ذلك فان رسم التوصيلات في شكلي ٨ ـ ٣٣ أ ، ٨ ـ ٣٣ ب يبين كلا من ملفات التوالى وملفات التوازى موصلة بنفس الطـــريقة التي اتبعت في الرسومات السابقة ٠

متممات تعدى الحمل

لحماية المحرك والخط من تعدى الحمل ، سواء أكان وقتيا أم مستمرا ، يمكن أن يزود صندوق البدء ، أو المحرك ، أو كلاهما بجهاز يعمل على فصل المحرك آليا عن مصدر التيار عند حدوث تعد للحمل ، لانه اذا مر تيار كبير جدا لمدة طويلة ، فقد يلحق الضرر بالمحرك ، أو تحدث اضطرابات في الخط ٠ ويمكن توفير هذه الحماية الضرورية بوساطة المصهرات ، أو قوطع الدائرة الحرارية أو المغناطيسية ، أو بوساطة متممات تعدى الحمل ٠

المصهرات

توضع المصهرات عموما فى دائرة الخط الذى يغذى المحركات الكهربية ، ولو أن بعض المحركات تحتوى على صناديق مصهرات خاصة بها • ولما كانت تكاليف تغيير المصهرات عالية ، مع ضياع الوقت فى تجديدها وتركيبها ، فقد صممت منممات تعدى الحمل وقواطع الدائرة ، بحيث تكون أكثر بساطة ، وأقل فى التكاليف نسبيا •

قواطع الدائرة المغناطيسية

يعمل قاطع الدائرة المغناطيسى على فتح دائرة المحرك بسرعة وبصورة حاسمة اذا مر فيها تيار زائد • وهو يتكون من ملف من السلك الذى يمكن أن يتحمل تيار المحرك ، ويوصل على التوالى مع الخط ، وموضوع بقرب الذراعين الحاملين للتلامسين الرئيسيين ، كما هو مبين بشكل ٨ـ ٣٤ •

اذا حدث تعد للحمل ، فسوف يمر فى الملف تيار يكفى لان يتسبب فى رفع الغاطس الموضوع فى مركز الملف ، الذى يعمل على فصل ذراعى التلامس الرئيسيين ، فيفتح بذلك الدائرة • ويمكن ضبط قواطع الدائرة بحيث تعمل فى حدود معينة للتيار • وتستعمل قواطع دائرة مغناطيسية ذات تصميمات مختلفة متعددة ، ولكن أساس طريقة التشغيل واحد فيها جميعا • وتصمم بعض قواطع الدائرة بحيث يحدث القطع فى دائرتها فقط ، اذا ظل تعــدى الحمل موجودا وقتا محددا • ويستخدم فى هذا النوع من القواطع وحــدة يطلق عليها وعاء الاحتكاك ، أو تستعمل وحدة حرارية •

قواطع الدائرة الحرارية

يختلف أساس طريقة التشغيل فى قاطع الدائرة الحرارى عنه فى قاطع الدائرة المغناطيسى اختلافا تاما ، فلا تســتخدم ملفات فى هــذا النوع من القواطع ، ولكن يستخدم ازدواج معدنى ، أو أى وحدة حرارية أخرى لقطع الدائرة ، وسوف نشرح فيما بعد أساس طريقة تشغيله •

منمم تعدى الحمل المغناطيسى

تستعمل منممات تعدى الحمل المغناطيسية فى كل من البادئات اليدوية والآلية • وفى بعض البادئات اليدوية القديمة ، كصناديق البدء ذات الثلاث والاربع النقط ، يكون منمم تعدى الحمل عبارة عن ملف مغناطيسى ، موصل على التوالى مع الخط الرئيسى ، كما هى الحال فى قاطع الدائرة • ويصمم

قاطع الدائرة بطريقة تجعل ملف تعدى الحمل لا يتأثر مطلقا ، اذا مر تيار يساوى أو يزيد قليلا على التيار المعتاد • وعلى كل حال ، اذا حدث تعدد الحمل ، مما يتسبب عنه مرور تيار زائد ، فان الملف سوف يعمل على رفع ذراع صغيرة فيقصر هذا بدوره تلامسين • فاذا كان هذان التلامسان موصلين الى نهايتى الملف الحافظ لصندوق ذى ثلاث نقط ، كما هو موضح بشكل ٨ ـ ٣٥ ، فان التيار الذى كان يمر عادة فى الملف الحافظ ، سوف يختصر الطريق ويمر فى الذراع الصغيرة بدلا من المرور فى الملف الحافظ وبذلك يفقد الملف الحافظ قدرته على حفظ يد الصندوق ، فتعود الى وضع اللاتوصيل ، ويتوقف مرور التيار فى المحرك •

شكل ٨ ـ ٣٦ يبين متمم تعدى حمل ذا غاطس • عندما يصل التيار المار فى الملف الى القيمة المعينة على مسمار الضبط ينجذب الغاطس ، ويفتح تلامسين • ويمكن استخدام هذا النوع من المتممات مع كل من المنظمات اليدوية والآلية • وعند استخدامه مع البادئات اليدوية يوصل كما هو مبين بشكل ٨ ـ ٣٩ •

يستخدم متمم تعدى الحمل ذو الغاطس مع البادئات الآلية ونصف الآلية لفتح تلامس مفتاح مغناطيسى ، كما هو مبين بشكل ٨ ـ ٣٧ • يفتح متمم تعدى الحمل دائرة الملف الحافظ للمفتاح المغناطيسى ، مما يؤدى الى سقوط الذراع ، وفتح دائرة الخط •

يبين المفتاح المغناطيسى ، أو الموصل ، عادة بأى شكل من الاشكال المبسطة الموضحة بشكل ٨ ـ ٣٨ ، وذلك عند رسمه مع أى دائرة توصيل •

يبين شكل ٨ ـ ٣٩ رسما لمنظم يستخدم فيه مفتاح مغناطيسى ومتمم تعدى الحمل • سوف نشرح المفتاح المغناطيسى شرحا أكثر تفصيلا فيما بعد فى هذا الباب • أما تشغيل هذه الدائرة فيكون كما يلى :

عند ادارة مفتاح القطع على وضع التوصيل ، يمر التيار من الجانب الموجب للخط خلال مفتاح القطع ، فالملف الحافظ ، فتلامسى ملف تعدى الحمل ، ثم الى الجانب السالب للخط • وعندئذ يعمل الملف الحافظ على قفل الموصل (المفتاح المغناطيسى) • اذا حدث تعد مستمر للحمل يرتفع غاطس ملف تعدى الحمل ويفتح تلامسا المتمم ، وهذا معناه فتح دائرة الملف الحافظ ، فيفقد الملف قدرته على حفظ يد الموصل ، مما يؤدى الى سقوطها • واذا كانت يد صندوق البدء على نقطة التلاميس العليا فى الصندوق ، وقت حدوث تعدى الحمل ، فسوف يؤدى فتح المفتاح المغناطيسى الى سقوطها •

لاحظ أن مفتاح القطع يستخدم فى قفل الموصل المغناطيسى على الرسم ، وهذا للتبسيط فقط ، اذ تستخدم فى الحقيقة محطة بدء ـ ايقاف لهــذا الغرض .

المتممات الحرارية

تشتغل معظم متممات تعدى الحمل ، المستخدمة فى المنظمات الحديثة ، على أساس حرارى . ويتكون هذا النوع من المتممات عادة من شريطين من المعدن ملحومين معا ، ولكل منهما معامل تمدد يختلف عن الآخر . وعندما يسخن شريط الازدواج المعدنى هذا ، فانه ينحرف بمقدار كاف لكى يجعله يتسبب فى فصل نقطتى تلامس مقفلتين عادة ، مما يؤدى الى فتح دائرة الملف الحافظ لموصل مغناطيسى ، فيتسبب هــذا فى فتح التلامس الرئيسى . وتسخن وحدة الازدواج المعدنى عادة بوضعها بجوار ملف تسخين ، أو وحدة تسخين ، توصل على التوالى مع الخط . فاذا مر تيار زائد فى دائرة المحرك ، أو حدث تعدمستمرللحمل، تسخن وحدة التسخين ، وتنتقــل منهـــا الحرارة الى وحدة الازدواج المعدنى ، التى تنحنى بدورها وتفتح التلامسين . ويمتاز المتمم الحرارى بأن له وقت تخلف ، وهذا يمنعه من فتح الدائرة عند مرور التيار الابتدائى المؤقت ، وعند حدوث تعد للحمل برهة وجيزة . وهو يحمى المحرك فى نفس الوقت من تعدى الحمل ، اذا استمر فترة طويلة .

الطريقة المعتادة لتمثيل متمم حرارى لتعدى الحمـــل ، تكون ببيـــان تلامس مقفل عادة الى جانب رمز لوحدة تسخين تعدى الحمل . ويبين شــكل ٨ ـ ٤٠ طريقتين لبيان ذلك على الرسومات ، كما ترى فى شكل ٨ ـ ٤١ رسما يوضح طريقة استعمال المتمم الحرارى .

المفاتيح المغناطيسية

لما كان عدد كبير من المحركات ينظم تشغيله بوساطة المفاتيح المغناطيسية ، فسوف نقوم باعطاء شرح أكثر تفصيلا لمفتاح مغناطيسى ، والطريقــة التى ينظم بها تشغيل المحرك عن طريق محطات الزر الضاغط .

يمكن أن تكون المفاتيح المغناطيسية ذات قطب واحد ، أو قطبين، أو ثلاثة أقطاب . وفى أى من هذه الحالات لا يلزم سوى ملف واحد لقفل تلامسات المفتاح . يبين شكل ٨ ـ ٤٢ الاجزاء الرئيسية لمفتاح مغناطيسى ، وهـــو يتكون من ملف حافظ ، ذراع متحرك ، تلامسات رئيسية ، وتلامســـات مساعدة . وبالاضافة الى ذلك ، يوجد ملف اطفـــاء بجـوار التلامســـات

الرئيسية ، وهو يستخدم لاخماد القوس الكهربية ، التى تنشأ عادة نتيجة لقطع التلامسات الرئيسية. والملف مصنوع من السلك الغليظ ، وهو يوصل على التوالى مع الخط الرئيسى . وينتج التيار المار فى الملف مجالا مغناطيسيا ، يحدث تأثيرا مضادا لمجال مغناطيسى مشابه ، يحيط بالقوس الكهربية ، مما يؤدى الى تحرك القوس الى أعلى ، وبذلك ينقطع .

يتضح من النظر فى شكل ٨ ــ ٤٢ ، أن التلامسات الرئيسية تقفل عند مرور التيار فى الملف الحافظ . ويكفى مرور تيار صغير فقط ، لكى يجعل الملف قادرا على جذب الأذرع . وعلى ذلك ، فمن الواضح أنه يمكن قفل مفتاح مغناطيسى بأى حجم ، بمجرد امرار تيار صغير فى الملف . ويمتاز المفتاح المغناطيسى بأنه يمكن التحكم فيه بوساطة محطة بدء ــ ايقاف موضوعة عند نقطة بعيدة .

المحطات ذات الزر الضاغط

ينظم تشغيل المفتاح المغناطيسى عادة بوساطة محطة ذات زر ضاغط. ويوجد فى المحطة العادية زران ، زر البدء وزر الايقاف . وتتكون المحطة بحيث يقفل تلامسان مفتوحان عادة ، عند الضغط على زر البدء ، ويفتح تلامسان مقفلان عادة عند الضغط على زر الايقاف . ويعود كل من الزرين الى وضعه الأصلى بعد رفع الضغط عنه بفعل لولب . ويبين شكل ٨ ــ ٤٣ الطرق المتعددة لتمثيل محطة بدء ــ ايقاف .

لتنظيم تشغيل مفتاح مغناطيسى بوساطة محطة ذات زر ضاغط ، يكون من الضرورى فقط توصيل الملف الحافظ مع المحطة ، بحيث يمر فيه التيار عند الضغط على زر البدء ، ثم تفتح دائرة الملف عند الضغط على زر الايقاف . ويعمل التلامسان المساعدان على حفظ مرور التيار فى الملف الحافظ بعد رفع الضغط عن زر البدء . يبين شكلا ٨ ــ ٤٤ ، ٨ ــ ٤٥ رسم دائرة التوصيل لمفتاح مغناطيسى موصل مع محطة بدء ــ ايقاف ذات زر ضاغط . لاحظ أن المحرك موصل على الخط الرئيسى مباشرة . وتستعمل هذه الطريقة فى التوصيل مع المحركات الصغيرة فقط ، أما المحركات الكبيرة فهى تحتاج الى بادىء ، وسوف نقوم بشرح طريقة توصيلها فيما بعد .

فى الدائرة بشكل ٨ ــ ٤٦ ، عند الضغط على زر البدء ، تكون دائرة من الجانب الموجب للخط خلال مفتاح البدء ، فمفتاح الايقاف ، فالملف الحافظ م ، ثم الى الجانب السالب للخط . وبذلك يصبح الملف الحافظ

قادرا على قفل التلامسات الرئيسية والمساعدة • ويقفل التلامسان الرئيسيان دائرة المحرك ، أما التلامسان المساعدان ، أو الحافظان ، فانهما يعملان على حفظ مرور التيار فى الملف الحافظ ، عند رفع الضغط عن زر البدء •

عند الضغط على زر الايقاف : تفتح دائرة الملف الحافظ ، فيتسبب ذلك فى فتح التلامسين الرئيسيين ، ووقف المحرك ، لاحظ أن التلامسات المساعدة توصل على التوازى مع زر البدء •

قد يكون من الضرورى تنظيم تشغيل المحرك من عدة أماكن ، ويحدث ذلك بسهولة باستخدام عدة محطات ذات أزرار ضاغطة • يبين شكلا ٨ ـ ٤٧ ، ٨ ـ ٤٨ محطتى بدء ـ ايقاف ، تنظمان تشغيل مفتاح مغناطيسى •

يمكن توصيل ثلاث محطات بدء ـ ايقاف ذات أزرار ضاغطة ، كما هو مبين بشكلى ٨ ـ ٤٩ ، ٨ ـ ٥٠ • يجب ملاحظة أنه من الضرورى دائما توصيل أزرار الايقاف على التوالى مع بعضها ، وعلى التوالى مع الملف الحافظ ، حتى يمكن ، فى حالة الطوارىء ، ايقاف المحرك من أى محطة • ويمكن استعمال أى عدد من محطات البدء ـ ايقاف لتنظيم تشغيل مفتاح مغناطيسى ، وذلك اذا تم توصيلها بالطريقة المضبوطة • وأهم نقطة تجب مراعاتها فى هذا الشأن : هى أن أزرار البدء توصل على التوازى ، فى حين توصل أزرار الايقاف على التوالى

تلامسات تعدى الحمل

تحتوى معظم المفاتيح المغناطيسية على جزء آخر منظم وهو متمم لتعدى الحمل ، يعمل اما على أساس مغناطيسى ، أو على أساس حرارى • وتزود معظم المفاتيح عامة بمتمم حرارى • وفى هذه الحالة يحدث ، كما سبق شرحه ، انه عند مرور تيار زائد فى دائرة المحرك ، يفتح تلامس موصل على التوالى فى دائرة الملف الحافظ ، وهو الذى يكون فى العادة مقفلا ، وبذلك يفقد الملف الحافظ قدرته على الجذب ، مما يتسبب فى فتح الدائرة الرئيسية وايقاف المحرك • يبين شكلا ٨ ـ ٥١ ، ٨ ـ ٥٢ رسما لمنظم تستخدم فيه تلامسات تعدى الحمل •

على الرغم من أن تلامسات تعدى الحمل تظهر فى الرسم موصلة مع الجانب الموجب من الخط ، فانه لا ينتج أى فارق من توصيلها فى أى مكان

آخر ، ما دام أنها موصلة على التوالى مع الملف الحافظ . ويمكن أيضا توصيل محطة البدء ـ ايقاف بطريقة مختلفة ، كما يظهر ، على سبيل المثال ، فى شكل ٨ ـ ٥٣ ، حيث يوصل زر الايقاف الى الجانب الموجب ، وذلك بدلا من توصيله مع الملف الحافظ ، كما حدث فى الرسومات السابقة . وليس لهذا التغيير أى تأثير على عمل دائرة التنظيم .

المتابعة

عند الرغبة فى تشغيل المحرك لفترة قصيرة من الوقت ، يضاف الى المحطة زر آخر . وبذلك يصبح من الممكن تشغيل المحرك فى الوقت الذى يضغط فيه على هذا الزر فقط . وعند رفع الضغط عنه ، يقف المحرك ، بدون الحاجة الى الضغط على زر الايقاف . وبهذا الترتيب يمكن جعل المحرك يشتغل وقتيا . وكما هى الحال فى المحطات الأخرى ، يجب أن يكون زر الايقاف فى دائرة الملف الحافظ ، لاستعماله فى حالة ما نحتاج اليه . يبين شكلا ٨ ـ ٥٤ ، ٨ ـ ٥٥ دائرة تحتوى على محطة بدء ـ متابعة ـ ايقاف ، ومفتاح مغناطيسى ، فى حين يبين شكلا ٨ ـ ٥٦ ، و ٨ ـ ٥٧ التوصيلات عند تنظيم التشغيل بمحطتين . لاحظ أن لزر المتابعة أربعة تلامسات ، بدلا من اثنين ، وأنها تتكون من تلامسين مفتوحين عادة ، وتلامسين مقفلين عادة . وهذه هى احدى الطرق فقط لتوصيل زر المتابعة فى دائرة التنظيم ، وتوجد طرق أخرى كثيرة ، تؤدى نفس الغرض . وتتوقف طريقة التوصيل على نوع المحطة المستعملة ونوع المنظم . وطريقة التوصيل المعطاة هنا تعد أساسية ، وهى تعطى الطالب فكرة عن نوع الدوائر المستعملة مع الأزرار الضاغطة .

فيما يلى طريقة عمل الدائرة الموجودة فى شكل ٨ ـ ٥٤ : عند الضغط على زر البدء ، تكمل الدائرة من الجانب الموجب للخط خلال تلامسى تعدى الحمل ، فأزرار البدء والمتابعة والايقاف ، فالملف الحافظ ، ثم الى الجانب السالب للخط . وبذلك يتمغطس الملف الحافظ ، فتقفل التلامسات الرئيسية ، ويبدأ المحرك فى الدوران . ويقفل التلامسان المساعدان فى نفس الوقت ، فيحفظان مرور التيار فى الملف الحافظ ، بعد رفع الضغط عن زر البدء . وعند الضغط على زر الايقاف تفتح كل التلامسات ، ويتوقف المحرك عن الدوران . عند الضغط على زر المتابعة ، تكمل الدائرة من الجانب الموجب خلال تلامس تعدى الحمل ، فتلامس المتابعة ، فزر البدء والملف ، ثم الى الجانب السالب ، وبذلك تقفل التلامسات الرئيسية

والمساعدة . تفتح دائرة التلامس المساعد عند الضغط على زر المتابعة ، وبذلك تصبح عديمة الجدوى . وبذلك تقطع الدائرة الحافظة ، ما دام الضغط مستمرا على زر المتابعة .

المنظمات الآلية

فى المحركات التى تزيد قدرتها عن ١/٣ حصان ، نحتاج الى استعمال مقاومة فى الدائرة ، وقت البدء ، وذلك حتى يمكن حفظ تيار البدء عند قيمة مأمونة العواقب . وأثناء زيادة سرعة المحرك ، تنفصل هذه المقاومة آليا من الدائرة ، على خطوة واحدة ، أو على عدة خطوات ، وذلك على حسب حجم المحرك ، ونوع المنظم . وهناك عدة طرق ، يمكن بها فصل المقاومة من دائرة المحرك آليا ، سوف نقوم بشرح بعضها فيما يلى بالتفصيل ، وهى :

١ ـ منظم ق. د. ك. المضادة .
٢ ـ منظم التلامسات المحجوزة .
٣ ـ المنظم المغناطيسى ذو الوقت المحدد .
٤ ـ المنظم الميكانيكى ذو الوقت المحدد .
٥ ـ المنظم الاسطوانى .

منظم ق. د. ك. المضادة

عندما تزداد سرعة المنتج فى محرك ، تزداد معها قيمة الجهد المضاد المتولد فى المنتج ، وبذلك يقل التيار فى دائرة المنتج . ويعمل هذا التناقص فى التيار على تقليل قيمة سقوط الجهد على مقاومة البدء الداخلة فى دائرة المنتج ، فيزيد تبعا لذلك الجهد الموجود على نهايتى المنتج . ولذلك ، فانه اذا وصل ملف ، مصمم للتشغيل على جهد قدره ٥٠ فولت ، على التوازى مع المنتج ، كما هو مبين بشكلى ٨ ـ ٥٨ ، و ٨ ـ ٥٩ ، فسوف يعمل فقط عندما يكون الجهد على نهايتى المنتج ٥٠ فولت ، أو أكثر . ويمكن حينئذ جعل الملف يشغل تلامسا ، يعمل على قصر جزء من ، أو كل المقاومة الموجودة فى دائرة المنتج ، كما هو مبين بشكل ٨ ـ ٦٠ ، وهو يبين وضع تلامس زيادة السرعة عند بدء دوران المحرك .

وفيما يلى طريقة عمل الدائرة المبينة بشكل ٨ ـ ٥٨ :

عند الضغط على زر البدء يتمغطس الملف الحافظ ، فتقفل التلامسات الرئيسية . وبهذا تكمل الدائرة المحتوية على مقاومة البدء والمنتج . ويمر

التيار أيضا فى ملفات التوازى • وعندما تزداد سرعة المحرك ، يصل الجهد المتولد على طرفى المنتج الى قيمة تكفى لمغطسة ملف تلامسى زيادة السرعة ، وبذلك يقفل تلامسا زيادة السرعة ، فيؤدى هذا الى فصل المقاومة من دائرة المنتج ، وتوصيل المنتج على التوازى مع الخط •

تصنع بادئات ق• د• ك• المضادة أيضا بمقاومة ذات أقسام متعددة ، وملفات زيادة سرعة متعددة ، وذلك بدلا من واحدة • وشكل ٨ — ٦١ يبين وحدة ذات ثلاثة أقسام • ويشتغل كل ملف على جهد يختلف عن الآخر • وكلما ازداد الجهد المتولد على طرفى المنتج ، نتيجة لازدياد السرعة ، تتمغطس الملفات بالتتابع ، فتقصر تلامساتها أجزاء مقاومة البدء على التوالى ، حتى يصبح المنتج فى النهاية موصلا مباشرة على الخط •

يوضع ملف زيادة السرعة على التوالى مع الملف الحافظ فى بعض المنظمات ، وذلك بعد قفل تلامس زيادة السرعة ، وفى منظمات أخرى توضع مقاومة على التوالى مع ملف زيادة السرعة للحد من قيمة التيار المار فيه • ويوجد فى بعض بادئات ق•د•ك• المضادة ملف واحد كبير ، يقوم بتشغيل عدد من تلامسات زيادة السرعة • وفى هذا النوع توضع أذرع تلامسات زيادة السرعة على أبعاد مختلفة من القلب الحديدى للمغناطيس ، فتقفل الأذرع بالتتابع ، كلما ازداد الجهد الموجود على الملف ، وتقصر هذه الأنواع بدورها أجزاء من المقاومة الموجودة فى دائرة المنتج •

منظم الملامسات المحجوزة

يطلق على ملامسات زيادة السرعة المستعملة فى هذا النوع من المنظمات اسم ملامسات التوالى المحجوزة ، وذلك لأن ملفات زيادة السرعة موصلة على التوالى مع المنتج ، ومصممة بحيث تحجز الملامسات مفتوحة ، ما دام التيار المار فيها كبيرا ، كما يحدث عند البدء ، ثم تقفل الملامسات بعد أن تزداد سرعة المحرك وتنقص قيمة التيار • وتزود الملامسات المحجوزة اما بملف واحد أو بملفين • وفى كلتا الحالتين يكون توصيل الملفات على التوالى مع المنتج •

ويعرف هذا النوع أيضا باسم البادىء ذى التيار المحدد ، وذلك لأن تنظيم الزيادة فى سرعة المحرك يأتى عن طريق قيمة التيار المار فيه •

الملامس المحجوز ذو الملفين

يبين شكل ٨ ـ ٦٢ أحد ملامسات التوالى المحجوزة ذا الملفين • ويوصل الملفان فى هذا الموصل على التوالى معا ، وعلى التوالى مع المنتج •

والملف العلوى هو ملف القفل الذى يعمل على قفل التلامسين والملف السفلى هو الملف الحاجز ، الذى يعمل على حجز التلامسين مفتوحين • ويصمم الملفان بحيث يكون المجال المغناطيسى ، أو الجذب الناتج من الملف الحاجز ، هو المتغلب عند مرور تيار كبير فى المحرك • فعند بدء دوران المحرك مثلا ، يحجز التلامسان مفتوحين بسبب مرور التيار الابتدائى الكبير • وعندما تزداد سرعة المحرك ، وتقل قيمة التيار ، تتغلب قوة جذب الملف العلوى ، فيقفل التلامسان • ويمكن شرح هذه العملية على الوجه الآتى :

تبين الأشكال ٨ ـ ٦٣ أ ، و ٨ ـ ٦٣ ب ، و ٨ ـ ٦٤ احد هذه المنظمات ، وبه مقاومة ذات قسم واحد • عند الضغط على زر البدء يقفل الملامسان الرئيسيان فتكمل الدائرة خلال ملف القفل ، والملف الحاجز ، فالمقاومة ، ثم دائرة المنتج • يعمل التيار الابتدائى على مغطسة الملف الحاجز بدرجة تمكنه من منع التلامسين من ان يقفلا • وعندما تزيد سرعة المحرك تقل قيمة التيار الى درجة تجعل جذب ملف القفل يتغلب على جذب الملف الحاجز ، مما يؤدى الى قفل التلامس • وهذا يقصر كلا من الملف الحاجز والمقاومة • يبين شكل ٨ ـ ٦٥ رسما مبسطا لهذه الدائرة • توصل ملفات التوازى على الخط مباشرة ، فى الفترة التى تحدث فيها كل هذه العمليات فى المنظم •

تحتوى بعض المنظمات من هذا النوع على مقاومات ذات قسمين أو ثلاثة أقسام ، بدلا من احتوائها على قسم واحد • وفى هذه الحالة يلزم لكل قسم مجموعة من التلامسات • ويبين شكلا ٨ ـ ٦٦ ، و ٨ ـ ٦٧ منظما زيادة سرعة المحرك بسرعة كبيرة •

اذا حدث تعد للحمل على المحرك ، بأى درجة ، فان جذب الملف الحاجز قد يتسبب فى فتح التلامسين ووضع المقاومة فى الدائرة • ويظل المحرك دائرا بهذا الشكل حتى يزول تعدى الحمل ، أو الى أن تزداد سرعة المحرك الى قيمة ، تنخفض معها قيمة التيار • ومن ناحية أخرى ، اذا خف الحمل على المحرك ، فان جذب ملف القفل سوف يغلق التلامسين ، مما يؤدى الى زيادة سرعة المحرك بسرعة كبيرة •

الملامس المحجوز ذو الملف الواحد

يشبه الملامس ذو الملف الواحد الموصل ذا الملفين من حيث انه تتكون دائرتان مغناطيسيتان عندما يمر التيار فى الملف • وعندما يمر تيار زائد فى الملف يتكون مجال مغناطيسى قوى ، يعمل على حفظ التلامسات مفتوحة •

ومن ناحية أخرى ، فانه اذا كان التيار المار فى الملف عاديا ، فان المجـال المغناطيسى سوف يقفل التلامسات .

يبين شكل ٨ ـ ٦٨ هذا الملامس . لاحظ أنه يوجد ممران مغناطيسيان ، احدهما خلال القطعة الطرفية ب والآخر التوصيلة المعدنيـة جـ ، وهى التى يوضع حولها غلاف نحاسى . عند مرور تيار كبير فى الملف ، تنشأ دائرة مغناطيسيـة قوية خلال القطعة الطرفيـة ، فتنجذب الى الجزء الممتـد من قاعدة الملف ، وبذلك تحفظ التلامسين مفتوحين . وعندما يقل التيار المار ، يصبح المجـال المغناطيسى المار عند جـ أكثر قوة ، ممـا يؤدى الى قفـل التلامسين . ويعمـل الغلاف النحاسى على الحد من قوة المجـال المغناطيسى المار عند جـ اذا كان التيار المار كبيرا ، فيمر تبعـا لذلك معظم المجـال المغناطيسى خلال القطعة الطرفية .

توجد أنواع أخرى عديدة من الملامسات الحاجزة ذات الملف الواحـد ، ولكنها كلها تعمل بنفس الطريقة ، على أساس الفرق المغناطيسى بين نقطتين .

يتضح من مراجعة الأشكال ٨ ـ ٦٩ أ ، و ٨ ـ ٦٩ ب ، و ٨ ـ ٧٠ أنه عند الضغط على زر البدء ، تقفل التلامسات الرئيسية ، وتتكون دائرة من الموجب خلال الملف الحاجز ، فدائرة المنتج ، ثم الى الخط السالب . وبعد أن يقل التيار الابتدائى العالى ، وتزداد سرعة المحرك ، تصبح قيمة التيار المار بالملف بحيث تساعد على سرعة قفل التلامسات ، فتقطع المقـاومة من الدائرة . وعندئذ يصبح ممر التيار خلال الملف الحاجـز ودائرة المنتج الى الجانب السالب .

يبين شكلا ٨ ـ ٧١ ، و ٨ ـ ٧٢ منظم توالى محجوز ذا مقاومة بقسمين . وفيما يلى طريقة عمله :

عند الضغط على زر البدء يقفل التلامسان الرئيسيان . وتتكون حينئذ دائرة من الجانب الموجب خلال ر١ ، وخـلال الملف الحاجـز أ ، الى ر٢ ، فالمنتج ، ثم الى الجانب السالب . عندما تقل قيمة التيار الابتدائى بدرجة كافية ، يقفل التلامسان ، اليقصران ر١ ، ويضعان الملف الحاجز ب فى مكانه . وبذلك تصبح الدائرة خلال ب ، أ ، ر٢ ثم المنتج . وعندما تزداد سرعـة المنتج بدرجة كافية ، تهبط قيمة التيار مرة أخرى ، فيقفل التلامسان ب ، ويقصران ر٢ خارج الدائرة ، بحيث يصبح الملف ب فقط على التوالى مع المنتج .

المنظم المغناطيسي ذو الوقت المحدود

يجب أن يعمل المنظم ذو الوقت المحدود أيضا ، مثل باقي المنظمات الآلية ، على فصل مقاومة البدء على خطوات ، بحيث تزداد سرعة المحرك تدريجيا • وعلى كل حال ، فان ملامسات زيادة السرعة في هذا النوع من البادئات يعمل على أساس يختلف عن الأساس الذي تعمل عليه البادئات الأخرى •

يحتوي ملف الملامس على قلب حديدي يحيط به غلاف من النحاس • وعندما ينقطع مرور التيار في الملف ، ينتج المجال المغناطيسي المتناقص تيارا تأثيريا في الغلاف النحاسي ، مما يتسبب في جعل القلب الحديدي يفقد المغناطيسية ببطء • وبذلك يمكن للقلب الحديدي أن يحتفظ بتأثيره على المنتج لبضع ثوان ، أو في المدة التي تكون قد ازدادت فيها سرعة المحرك • ويكون التلامسان في هذه الملامسات مقفلين عادة • وعندما يتمغطس الملف يفتح التلامسان ، وعندما يفقد الملف مغطسته ، تمر بضع ثوان قبل أن يقفل التلامسان • ويمكن تحديد الوقت الذي يظل فيه التلامسان مفتوحين بضبط قيمة الشد في اللولب الموجود على الملامس •

يبين شكلا ٨ ــ ٧٣ ، و ٨ ــ ٧٤ رسمين للتوصيلات السلكية في منظم تستخدم فيه هذه الطريقة في زيادة السرعة • ويمتاز هذا البادىء على غيره بأن ازدياد السرعة لا يتوقف على سرعة المحرك أو التيار المار فيه • وطريقة عمله ، على حسب شكل ٨ ــ ٧٣ ، هي كما يلي :

عند الضغط على زر البدء يتمغطس ملف زيادة السرعة ، فيعمل على فتح تلامس زيادة السرعة وقفل التلامسين المساعدين ٣ • وهذا يؤدي الى تمغطس ملف الخط ، فيقفل تلامسا الخط والتلامس المساعد ٤ ، ويفتح التلامس المساعد ٢ ، وهو الذي يكون مقفلا عادة • وينشأ عن قفل تلامسي الخط دائرة خلال المقاومة والمنتج • يعمل التلامس ٤ على حفظ تأثير ملف الخط ، بينما يؤدي فتح التلامس ٢ الى أن يفقد ملف تلامس زيادة السرعة مغطسته ، فيقفل تلامس زيادة السرعة بعد وقت محدود ، وبذلك يقصر المقاومة من الدائرة ، ويضع المحرك على التوازي مع الخط •

المنظم المغناطيسي ذو الوقت المحدود وبزر متابعة

يمكن استخدام هذا المنظم بالمتابعة بعد تزويده بزر متابعة في دائرة التنظيم • ويبين شكل ٨ ــ ٧٥ نفس البادىء المبين بشكل ٨ ــ ٧٤ مع

اضافة زر متابعة . عند الضغط على زر المتابعة يتمغطس ملف زيادة السرعة ، فيحفظ تلامسا زيادة السرعة مفتوحين . وما دام الضغط على زر المتابعة مستمرا ، يظل التلامسان المساعدان مقفلين ، ويزودان ملف الخط بالتيار . وتقطع الدائرة الحافظة لهذا الملف عند رفع الضغط عن زر المتابعة .

المنظم المغناطيسى ذو الوقت المحدود وبمقاومة ذات قسمين

يزود المنظم بمقاومة ذات قسمين فى حالة المحركات الكبيرة . يبين شكل ٨ ـ ٧٦ بادئا مغناطيسيا ذا وقت محدود ، به ملامسان لزيادة السرعة . وطريقة التشغيل فيه تشبه أساسا طريقة التشغيل فى المنظم المغناطيسى ذى الوقت المحدود ، فيما عدا أنه يستخدم ملامسين لزيادة السرعة بدلا من واحد ، فيقصر الموصل أ١ المقاومة ر١ خارج الدائرة ، بينما يقصر أ٢ المقاومة ر٢ خارج الدائرة . عند الضغط على زر البدء يتمغطس الملف أ١ فتقفل نقطة القفل أ١ ، وهذا يؤدى الى مغطسة الملف أ٢ ، الذى يقفل نقطة القفل آ٢ . يفتح الملفان أ١ ، أ٢ الموصلين أ١ ، أ٢ ، بينما يؤدى القفل عند أ٢ الى مغطسة الملف م ، وهو الذى يقفل بدوره التلامسين الرئيسيين . وتتكون حينئذ دائرة من الجانب الموجب خلال المقاومة ، فدائرة المنتج ، الى الجانب السالب . يفتح الملف م نقطة القفل م (وهو الذى يفتح بدوره الدائرة التى تحتوى على الملف أ١) ، فيتسبب فى قفل الموصل أ١ ، ثم قصر المقاومة ر١ خارج الدائرة بعد ثوان قليلة . تفتح نقطة القفل أ١ عندما يفقد الملف أ١ مغطسته ، وتفتح الدائرة المحتوية على الملف أ٢ ، وبعدها بوقت محدود تقصر المقاومة ر٢ خارج الدائرة ، ويوصل المحرك على التوازى مع الخط .

المنظم المغناطيسى ذو الوقت المحدود وبفرملة ديناميكية

يكون من المهم فى أحوال كثيرة العمل على ايقاف محرك بسرعة ، وعدم تركه يدور حتى يقف من تلقاء نفسه . ويمكن الوصول الى ذلك اما بفرملة المحرك ميكانيكيا ، أو كهربيا ، أو استعمال الطريقتين معا . فتزود المصاعد والأوناش ، وعربات الترولى بفرامل ميكانيكية تعمل على ايقاف المحرك بسرعة . لمنع التآكل المتزايد فى الفرامل ، وللمساعدة على سرعة ايقاف المحرك ، تصمم المنظمات المستعملة مع بعض هذه الآلات ، بحيث تمكننا من استخدام قدرة المحرك على توليد الكهرباء فى الأغراض الفرملية ، وهذا هو ما يسمى بالفرملة ديناميكيا .

سبق أن شرحنا أن المحرك يولد ق٠ د٠ ك٠ مضادة فى الاتجاه للجهد المستعمل ٠ واذا فتحنا المفتاح الرئيسى ، بقصد ايقاف المحرك سوف يستمر فى الدوران ، ولكنه سوف يبطىء تدريجيا ٠ وسوف يولد المحرك جهدا ، أثناء الفترة التى يستغرقها فى الدوران حتى يقف ، وذلك اذا لم ينقطع التيار عن ملفات المجال ٠ فاذا وصل المنتج مع مقاومة خلال هذه الفترة ، فان الجهد المتولد سوف يعمل على امرار تيار فى المقاومة ، وفى المنتج ، فى الاتجاه الذى يتسبب عنه حدوث عزم دوران فى المحرك ، مضاد لإتجاه الدوران ، مما يؤدى الى سرعة ايقاف المحرك ٠

للحصول على ذلك ، يزود الملامس الرئيسى على منظم معد للفرملة ديناميكيا بمجموعتين من التلامسات ، مجموعة من التلامسات المفتوحة عادة للخط الرئيسى ، ومجموعة أخرى من التلامسات المقفلة عادة للفرملة ديناميكيا ٠ عند الضغط على زر البدء ، يتمغطس الملف الحافظ ، فيقفل تلامسا الخط الرئيسيان ، ويفتح تلامسا الفرملة ديناميكيا ، كما هو مبين بشكل ٨ ــ ٧٧ ٠ وعند الضغط على زر الايقاف ، يفتح التلامسان الرئيسيان ، ويقفل تلامسا الفرملة ٠ ويمر التيار الذى يولده المحرك ، فى هذه الأثناء ، فى المقاومة ، وخلال المنتج ، كما هو مبين بشكل ٨ ــ ٧٨ ٠ وسوف يؤدى هذا الى توليد عزم دوران فى الاتجاه المضاد ، مما يعمل على سرعة ايقاف المحرك ٠

يبين شكل ٨ ــ ٧٩ رسما لبادىء مغناطيسى ذى وقت محدود ، مع اضافة مقومات الفرملة ديناميكيا ٠ لاحظ أن الفارق الوحيد بين هذا وشكل ٨ ــ ٧٤ ، هو اضافة مقاومة ، توصل على التوازى مع المنتج ، وتوصيل ملفات التوازي مباشرة على الخط ٠

المنظم الميكانيكي ذو الوقت المحدود

يمكن زيادة سرعة المحرك باستخدام أجهزة ميكانيكية أيضا ، ذات وقت محدود ٠ وهذا يمكن عمله بوساطة العجلة الموقتة بوعاء الاحتكاك ، وبوساطة العجلة الموقتة بالتروس ٠

عجلة وعاء الاحتكاك

يتكون أحد أنواع أجهزة وعاء الاحتكاك من ملف ، يمكن لغاطس من الحديد أن يرتفع بداخله ، اذا تمغطس الملف ٠ ويرتفع الغاطس فى الأحوال العادية بسرعة كبيرة ، فاذا توصلنا الى جعله يصعد ببطء ، أمكن استعماله لقطع وحدات المقاومة من دائرة المحرك فى وقت

ملعوم ، والعمل بذلك على اعطاء المحرك عجلة تدريجية · وللوصول الى ذلك يجب ربط الجزء السفلى من الغاطس مع مكبس يجب أن يرتفع فى أسطوانة ممتلئة بالزيت أو الهواء · عندما يتمغطس الملف ، يتحرك المكبس الى أعلى بوساطة الغاطس ، وتكون حركته الى أعلى بطيئة ، اذ يجب عليه أثناء ذلك دفع الهواء أو الزيت من حيز الى حيز آخر فى اسطوانة الاحتكاك ·

تستخدم هذه الحركة البطيئة فى قصر المقاومة على خطوات ، كما يظهر فى شكل ٨ — ٨٠ · يبين شكل ٨ — ٨١ رسما لتوصيل الأسلاك فى بادىء يستخدم فيه هذا النوع من العجلة ، وفيما يلى طريقة عمله :

عند الضغط على زر البدء تكمل دائرة تحتوى على ملف التلامس الرئيسى ، فيقفل التلامسان الرئيسيان · وعندئذ تتكون دائرة من الموجب خلال التلامسين الرئيسيين ، فالمقاومة بأكملها ، فملفات التوالى ، ثم الى السالب ، وبذلك يبدأ المحرك دورانه ببطء · يقفل تلامس مساعد على المفتاح الرئيسى ، فيتمغطس ملف وعاء الاحتكاك ، مما يتسبب فى جعل الغاطس يرتفع ببطء ، عاملا على قفل التلامسين أولا ، لأن المسافة بينهما هى أقصر مسافة فى المجموعة · ثم تقفل التلامسات الأخرى بالتتابع ، قاطعة بذلك المقاومة ، وعاملة على سرعة زيادة المحرك ، تدريجيا ·

العجلة الموقتة بالتروس

يشبه موقت التروس موقت وعاء الاحتكاك ، من حيث انه يحتوى على غاطس يتحرك الى أعلى ، عند تمغطس الملف الموجود حوله · ويتكون الموقت بطريقة ، تجعل أصابع تلامس متعددة تعمل التلامس المطلوب بالتتابع ، كلما ارتفع الغاطس · ويحدث التحكم فى مقدار الوقت الذى يمضى بين حدوث القفل عند اصبعين متتاليتين بواسطة بندول بسيط شبيه برقاص الساعة · عند ارتفاع الغاطس ، تحاول أصابع العجلة أن تقفل ، وهذا ينتج عزم دوران فى تروس الجهاز ، فيتسبب فى جعلها تدور · ويعمل الرقاص على دوران التروس بسرعة محددة فقط ، بحيث تقفل أصابع العجلة على فترات محددة بالتتابع · يبين شكلا ٨ — ٨٢ أ ، و ٨ — ٨٢ ب هذا النوع من المنظمات

يتمغطس الجزء العلوى من الملف عن طريق نقطة قفل تكون عادة مقفلة ، وذلك عند الضغط على زر البدء · وعندما يقفل تلامسا الخط تفتح نقطة القفل ، فيدخل بذلك الجزء السفلى من الملف فى الدائرة الحافظة · تقفل أصابع العجلة فى الموصل ذى الأصابع المتعددة بالتتابع وتوصل المحرك على التوازى مع الخط ·

موقف التروس بالفرملة ديناميكيا

يبين شكل ٨ ـ ٨٣ نوعا آخر من البادئات ، يشبه الرسم فى شكل ٨ ـ ٨٢ ، ولكن تستخدم فيه الفرملة ديناميكيا • وتستخدم مقاومة البدء فى دائرة الفرملة ديناميكيا وذلك للمساعدة على الفرملة • عند الضغط على زر البدء يتمغطس الملف ، فيقفل التلامسان الرئيسيان على التو ، ويفتح تلامسا الفرملة ديناميكا ٤ • وبذلك يمر التيار من الموجب خلال التلامس ١ ، فالمقاومة بأكملها ، فالمحرك ، ثم الى السالب • ويعمل جهاز التروس الموقت على قفل التلامسين ٢ ، ٣ بالتتابع ، وتوصيل المحـــرك على التوازى مع الخط • عند الضغط على زر الايقاف تفتح التلامسات ١ ، ٢ ، ٣ ويقفــل التلامس ٤ ، عاملا على وضع مقاومة البدء على التوازى مع المنتج ، لكى يقف المحرك • ويمنع متمم الفرملة ديناميكيا الملف من أن يقفــل ، حتى يتوقف المحرك عن الدوران تماما •

المنظم الأسطوانى

المنظمات الاسطوانية عبارة عنمفاتيح يدوية تستعمل فى عربات الترولى ، والأوناش ، وآلات الورش ، وغيرها من الاستعمالات التىيكون من الضرورى فيها قطع مقاومة من دائرة محرك • ويستخدم النوع العــام من المفتــاح الاسطوانى عادة فى البدء وعكس اتجاه الدوران • ويمكن أن تصمم هــذه المفاتيح لكى تقوم بعمليات أخرى أيضا مثل الفرملة ، وبزيادة السرعة عن طريق ملفات المجال • ويشبه المنظم الأسطوانى فى مظهره العــام المفتــاح الأسطوانى العاكس ، الذى سبق شرحه فى هذا الباب ، فيما عدا أنه أكبر ويحتوى على تلامسات أكثر • ويوجد بداخل المفتاح أسطوانة ، عليها عدد من التلامسات ، كل منها معزول عن الآخر ومعزول عن الاسطوانة • ويطلق على هذه التلامسات اسم التلامسات المتحركة • ويوجد أيضا مجموعة من التلامسات الثابتة موضوعة بداخل المنظم ، ولكنهــا ليست على الأسطوانة التى تدور ، وهى مرتبة بحيث يحدث التلامس بينهــا وبين التلامســات الموجودة على الأسطـوانة ، عند ادارتها • ويوجـد بأعلى المنظم يد ، يمكن تحريكها فى اتجاه عقربى الساعة ، أو فى عكس اتجاه عقربى الســاعة ، على حسب اتجاه دوران المحرك • ويمكن حفظ اليد عند أى موضــع ، اما فى الاتجاه الأمامى ، واما فى الاتجاه العكسى ، وذلك بوساطة درفيل وعجلة ذات مجار • عند المواضع المتتابعة لليد ، يسقط الدرفيل فى أحد مجارى العجلة ، ويحفظ الأسطوانة من الحركة فى أى الاتجاهين ، الى أن يحركها العامل •

تحدث أقواس كهربية عادة عند تحريك التلامسات من وضع الى آخر ، وتستعمل ملفات اطفاء فى كثير من المنظمات لتقليل حدوث الأقواس الكهربية، وتوضع حواجز مصنوعة من الاسبستس ، أو أى مادة أخرى تتحمل الحرارة العالية ، بين التلامسات ، لمنع حدوث أقواس كهربية بينها • وتمنع هـذه الحواجز أيضا دوائر القصر التى تنتج من حدوث الأقواس الكهربية • ويمكن ازالة هذه الحواجز بسهولة واستبدالها •

يبين شكل ٨ ـ ٨٤ منظما أسطوانيا بسيطا ذا مقاومة بقسمين • ويبين الرسم المنظم وهو مفرود • توجـد مجموعتان من التلامسات المتحـركة ومجموعة واحدة من التلامسات الثابتة • للدوران فى الاتجاه الأمامى تتلامس مجموعة من التلامسات المتحركة مع مجموعة التلامسات الثابتة • وللدوران فى الاتجاه العكسى ، تدخل المجموعة الأخرى من التلامسات المتحـركة فى الدائرة لاحظ أنه توجد ثلاثة مواضع أمامية ، وثلاثة مواضع عكسية ، يمكن ضبط اليد عليها •

فيما يلى طريقة عمل المنظم :

فى الوضع الأول ، تتلامس الأصابع المتحـركة أ ، ب ، جـ ، د فى شكل ٨ ـ ٨٤ مع التلامسات الثابتة ٧ ، ٥ ، ٤ ، ٣ ، فيمر التيار من ٧ الى أ، ثم الى ب ، ثم الى ٥ ، ثم خلال المنتج الى ٤ • ويمر التيار من خلال جـ ، د الى ٣ ، ثم فى المقاومة كلها الى ملفات التوالى ، ثم الى الجانب السالب ، حسب التوصيلات المبينة فى شكل ٨ ـ ٨٥ • وفى الوضع الثانى يقطع جزء من المقاومة خارج الدائرة • وفى الوضع الثالث تخرج المقاومة كلها من الدائرة، ويصبح المحرك موصلا على التوازى مع الخط • ملفات التوازى موصلة على الخط مباشرة طوال الوقت •

تحديد الخلل وإصلاحه

تشبه طريقة تحديد الخلل فى منظمات التيار المستمر الطريقة المستعملة مع منظمات التيار المتردد ، وبذلك تكون مراجعة الباب الخامس ، منظمات التيار المتردد ، مفيدة جدا فى المساعدة على تحديد الخلل فى منظمات التيار المستمر المغناطيسية • وفيما يلى العيوب المعتادة التى تحدث فى منظمـات التيار المستمر •

١ ـ اذا لم يدر المحـرك بعـد تحريك اليـد عدة خطوات ، فقـد يكون العيب :

(أ) احتراق المصهر ٠

(ب) فتح فى وحدة من وحدات المقاومة ٠ اختبر المقـاومة بوضع طرفى دائرة اختبار على نقط التلامس المتجاورة ٠ يجب أن يضىء المصباح فى هذه الحالة ، واذا لم يضىء ، فمعنى هذا أن المقاومة بين النقطتين مفتوحة ٠

(جـ) ضعف التلامس بين الذراع ونقط التلامس ، وفى هذه الحالة قـد تحدث أقواس كهربية ٠

(د) خطأ التوصيلات فى البادىء : يمكن أن يحدث هذا مع الصـناديق ذات الأربع النقط ، عند توصيل البادىء لأول مرة ، فاذا لم تكن نهايتا الخط موصلتين على الوجه الصحيح ، فان المحرك سوف لا يدور ، ولكن اليد سوف تظل فى مكانها عند تحركها الى آخـر نقطـة ٠

(هـ) قطع فى الأسلاك قد يتسبب فى فتح دائرة المنتج أو دائرة ملفات المجـال ٠

(و) الجهد المستعمل منخفض ٠

(ز) الحمل زائد عن الحد ٠

(ح) تفكك أو وساخة فى توصيلات النهايات ٠

(ط) فتح فى دائرة الملف الحافظ فى صـندوق ذى ثلاث نقط ٠ سـوف يؤدى هذا الى حدوث فتح فى دائرة ملفات المجال ٠

٢ ـ اذا لم تثبت اليـد فى مكانهـا عند وصولها الى آخـــر نقطة ، فقـد يكون العيب :

(أ) فتح فى دائرة الملف الحافظ بسبب احتراق التلامسات ، أو قطـع التوصيلات اليها ، أو ضعف التلامس عندها ٠

(ب) انخفاض الجهـد ٠

(جـ) ملف مقصـور ٠

(د) خطأ فى التوصيل ٠

(هـ) فتح تلامس تعدى الحمل ٠

٣ ـ اذا انفجر المصهر عند تحريك اليد ، فقد يكون العيب :

(أ) حدوث تماس أرضى مع وحـدات المقـاومة ، أو التلامسـات ، أو الأسلاك ·

(ب) تحريك اليد بسرعة زائدة ·

(جـ) فتح فى دائرة ملفات المجال على صندوق البدء · وفى الصندوق ذى الثلاث النقط قد يكون العيب فى الملف الحافظ ·

(د) المقاومة مقصورة خارج الدائرة ·

٤ ـ اذا ازدادت سخونة صندوق البدء ، فقد يكون العيب :

(أ) تعدى الحمل على المحرك ·

(ب) تحريك اليد ببطء كبير ·

(جـ) قصر بعض وحدات المقاومة أو بعض التلامسـات ·

٥ ـ عند استعمال مفتاح مغناطيسى مع البـادىء اليـدوى ، ارجـع الى العيوب الموجودة فى آخر الباب الخامس ·

الباب التاسع

المحركات العامة وذات القطب المظلل ومحركات المراوح

تستخدم المحركات التى سنقوم بشرحها فى هذا الباب فى استعمالات مختلفة ، تشتد اليها الحاجة فى هذه الأيام ·

المحركات العــــامة

المحرك العام هو محرك يمكن تشغيله اما بالتيار المستمر ، أو بتيار متردد ذى وجه واحد ، بنفس السرعة تقريبا · ويشـــيع استعمال المحركات ذات القدرة الكسرية الحصان من هذا النوع ، وتستخدم فى الاستعمالات المنزلية مثل خالطات الطعام ، والمثاقب · وآلات الخياطة ·

المحركات العــامة هى محركات توال ، ولها عزم دوران ابتدائى كبير ، كما أنها متغيرة السرعة · وهى تدور بسرعة تبلغ فى ارتفاعها درجة الخطورة عندما لا تكون محمــلة ، وهى تثبت لذلك عادة مع الجهــاز الذى تقــوم بادارته ·

تستعمل أنواع عديدة من المحركات العامة فى هذه الأيام ، ويشبه النوع الأكثر شيوعا محرك توال صغير ذا قطبين بارزين ، مثل محركات التيــار المستمر · ويوجد نوع آخر من المحركات العامة يحتوى على ملفــات مجال موزعة فى مجار، تماما مثل المحرك ذى الوجه المشطور ·وتصنع هذه المحركات عادة بأحجام تتفاوت من $\frac{١}{٣٠٠}$ الى $\frac{١}{٣}$ حصان ، ولكن يمكن الحصول عليها بأحجام أكبر من ذلك كثيرا للاستعمالات الخاصة ·

لما كان المحرك العام يشبه محرك التوالى للتيار المستمر من نواح كثيرة ، فمن المستحسن أن يراجع الطالب أولا الباب السادس ، ملفات المنتج للتيار المستمر ، والباب السابع ، محركات التيار المستمر ، وذلك قبل دراســة هذا الباب ·

تكوين المحرك العام

يتكون المحرك العام ذو الأقطاب البارزة من الأجزاء الآتيه :

(١) الاطار ، (٢) قلب المجـــال ، (٣) المنتج ، (٤) الغطاءان الجانبيان ·

الاطار عبارة عن غلاف من الصلب أو الألومنيوم أو الحديد الزهر ، وهو يشبه ذلك الذى فى شكل ٩ ــ ١ ، وهو من الكبر بحيث يكفى لحمل رقائق قلب المجال · وتثبت أقطـاب المجال فى الاطار عموما بوساطة مسامير بصواميل تنفذ فيه وغالبا ما يكون الاطار جزءا مكملا للآلة التى يحملها ·

ويتكون قلب المجال ، المبين مع أجزاء المحرك الأخرى بشكل ٩ ــ ٢ ، من رقائق تضغط معا جيدا ، ثم تربط بوساطة مسامير برشـــام أو مسامير بصواميل · وكما هو مبين بشكل ٩ ــ ٣ ، تصمم الرقائق بحيث تحتوى على قطبى المجال لمحرك ذى قطبين ·

المنتج شبيه بمنتج محرك تيار مستمر صغير ، وهو يتكون أساسا من قلب من الرقائق ، يحتوى على مجـار معتدلة ، أو مائلة ، وموحد توصـــل اليه أطراف ملفات المنتج · وكل من القلب والموحـد مثبتان على العمود ·

وكما هو الشأن فى كل المحركات ، يوجد الغطاءان الجانبيان على جانبى الاطار ويحفظان فى مكانهما بوساطة مسامير قلاووظ · ويحتوى الغطاءان على الكرسيين ، وهما عادة بلى أو ذوا جلبة ، ويدور فيهما عمود المنتج · ويحتوى كثير من المحركات العامة على غطاء جانبى ، يصب كجزء من الاطار ، وبذلك يمكن رفع غطـاء جانبى واحـد فى هذا النوع من المحركات · تثبت حوامل الفرشـــة بالمسامير عادة فى الغطاء الجانبى الأمامى ، كما هو مبين بشكل ٩ ــ ٤ ·

طريقة تشغيل المحرك العــام

يتكون المحرك العام بحيث انه عند توصيل المنتج مع ملفات المجال على التوالى ، وامرار التيار ، تتفاعل خطـوط القوى المتولدة بوساطة ملفـات المجال ، مع خطوط القوى المتولدة من المنتج ، بحيث ينتج دوران · وهذا صحيح سواء أكان التيار مترددا أم مستمرا ·

اعادة لف ملفات المجال

المحركات العامة كلها تقريبا ذات قطبين ، ولذلك فهى تحتوى على ملفى مجال · وكما هى الحال فى محركات التوالى للتيار المستمر ، تتكون ملفات

اقطاب المجال من عدد صغير نسبيا من لفات السلك · وعلى ذلك فان وجود مئات قليلة من الملفات فى كل ملف يقابل وجود بضعة آلاف من اللفات فى الملف ، فى حالة ملفات التوازى ·

اذا أردت عمل ملفات مجال عديدة ، اتبع الطريقة الآتية :

ارفع الملفات القديمة من القلب ، وتكون محفوظة فى مكانها عادة بوساطة عمودين صغيرين ، كل منهما محشور فى ثقب صغير على أحد جانبى القلب ، كما هو مبين بشكل ٩ ــ ٥ ، ويجب رفعهما أولا · وتحفظ بعض ملفات المجال فى مكانها على القلب بوساطة مشبك رقيق من الحديد ، يمتد من أحد جانبى الملف الى الجانب الآخـــر ، كما هو مبين بشكل ٩ ــ ٦ · وفى بعض الأحيان توضع قطعة من الفبر بين ملفى المجال ، كما هو مبين بشكل ٩ ــ ٧ · يبين شكل ٩ ــ ٨ منظرا لملفات المجال ·

ارفع الشريط من فوق الملفات ، ثم سجل مقاس السلك وعدد اللفات فى كل ملف · يكون عازل السلك عادة من الميناً أو الفورمفار · استعمل نفس مقاس السلك ونفس نوع العازل ·

ابسط الملف على شكل مستطيل مثل ما هو مبين بشكل ٩ ــ ٩ ، وذلك لعمل ضبعة للملف الجديد · قبل أخذ المقاسات لعمل الضبعة ، أزل كل الشريط المغطى للملف ، لكى يكون مقاس الملف الجديد مثل الملف القديم ، لأن الملف الجديد اذا كان أصغر قليلا ، فسوف تجد مشبقة فى وضعه على القلب · ومن ناحية أخرى اذا كان الملف كبيرا ، فقد يشغل حيزا أكثر من اللازم ، وربما يمنع ربط الغطاء الجانبى على الاطار ·

اقطع قطعة من الخشب بالمقاس الداخلى للملف ، وسوف تكون هـذه هى الضبعة التى سيلف عليها الملف الجديد · ولكى يسهل رفع الملف الجديد بعد لفه ، اجعل جوانب قطعة الخشب مسلوبة قليلا ، وضع عليها لفة واحدة من الورق العازل · ولحفظ الملف فى مكانه أثناء اللف ، اربط بالمسمار قطعتين جانبيتين على الضبعة ، كما هو مبين بشكل ٩ ــ ١٠ · ضع الضبعة على المخرطة أو على آلة اللف ، ولف العدد المضبوط من اللفات بالمقاس الصحيح للسلك على الضبعة · اربط الملف قبل رفعه ، مستعملا الشقوق الموجودة فى القطعتين الجانبيتين كدليل ·

صل بنهايتى سلك الملف طرفين مرتين بوصلة مفتولة · تأكد من ربط الطرفين مع الملف لمنع شدهما عرضا · غط الملف بطبقة من الكامبرك المدهون

بالورنيش ، ثم لفه بطبقة من شريط القطن ، كما هو مبين بشكل ٩ ـ ١١ • شكل الملف بحيث يشبه الملف الأصلي ، ثم اطله أو ادهنه بالورنيش • وبعد أن يجف ضعه على القلب ، واحفظه في مكانه بنفس الطريقة الأصلية •

اذا كان الملف محكما على القلب ، كن حريصا ألا تخدش جوانبه على القلب ، والا فان الأسلاك قد تتقطع ، أو تحدث تلامسا أرضيا • وقد أثبتت التجربة أنه من المستحسن وضع عازل عند جوانب الملف ، لمنع احتمال حدوث ذلك • لا تجذب الأطراف أثناء وضع الملفات في مكانها ، لأن هذا قد يؤدى الى تفككها ، أو قطع التوصيلات

توصيل ملفات المجال والمنتج

توصل ملفات الأقطاب في المحرك العام على التوالي • مع مراعاة اختلاف القطبية في الأقطاب المتجاورة ، تماما كما هي الحال مع أقطاب أى محرك للتيار المستمر • وطريقة اختبار صحة القطبية في الأقطاب نفسها المستعملة مع أقطاب التيار المستمر ، أى الاختبار بالمسمار المبين بشكل ٩ ـ ١٢ ، أو طريقة البوصلة ، وهما أكثر الطرق تفصيلا • وهناك طريقة أخرى ، كما جاء في الباب السابع ، وتكون بتوصيل ملفى القطبين بأى شكل ، عكس طرفى أحدهما اذا لم يدر المحرك •

وكما هي الحال في كل المحركات ذا القطبين ، يوصل ملفا القطبين على التوالي بالطريقة المبينة فيما سبق ، ثم يوصلان على التوالي مع المنتج ، كما هو مبين بشكل ٩ ـ ١٣ • يبين شكل ٩ ـ ١٤ أن احد الطرفين الموصلين الى الخط يأتى من المنتج ، والطرف الآخر يأتى من [illegible]فات المجال • شكل ٩ ـ ١٥ يبين طريقة أخرى لتوصيل المحرك العام ، بتوصيل المنتج بين ملفى القطبين ، فتوصل نهاية الملف الأول مع أحد طرفى المنتج ، ويوصل الطرف الثانى للمنتج مع ملف القطب الثانى •

عكس اتجاه الدوران فى المحرك العام

فى المحرك العام ذى الأقطاب البارزة ، يعكس اتجاه الدوران ، بعكس اتجاه مرور التيار ، اما فى ملفات المجال ، أو فى المنتج • والطريقة المتبعة عادة تكون بتبديل توصيل الأطراف على حوامل الفرش • يبين شكل ٩ ـ ١٦ توصيل هذا المحرك للدوران فى اتجاه عقربى الساعة ، بينما يبين شكل ٩ ـ ١٧ التوصيل للدوران فى عكس اتجاه عقربى الساعة •

يؤدى عكس اتجاه الدوران فى كثير من المحركات العـامة ، وخصوصا تلك التى لا يمكن نقـل حوامل الفرش فيهـا ، الى حدوث أقواس كهربية ، وشرر عنيف عند الفرش ، وذلك لأن معظم هذه المحركات مصنوعة لاستعمال معين ، وملفوفة للدوران فى اتجاه واحد ، فيؤدى عكس اتجاه الدوران الى عدم وجود الفرش فى موضع التعادل · والطريقة الوحيدة لعكس اتجـاه الدوران فى هذه المحركات ، بدون حدوث شرر ، تكون باعادة توصـيل الأطراف على الموحد بما يناسب الحالة الجديدة ·.وسوف نقوم بشرح هذا بالتفصيل فيما بعد ·

لف المنتج

تلف منتجات المحركات العامة بنفس الطريقة التى تتبع مع منتجـات محركات التيار المستمر الصغيرة · وكما هى الحال مع أى منتج أو عضو ثابت ، تكون الخطوة الأولى فى اعادة اللف هى ضمان الحصـول على معلومات دقيقة وافية فيمـا يختص بالملفات القديمة ، وذلك لكى يتمكن القـائم بالتصليح من اعادة لف المنتج بالعدد الصحيح للفـات ، وخطوة اللف ، وترحيل الأطراف ، ومقاس السلك ·

أخذ المعـلومات :

قبل أخذ المعلومات من المنتج ، توجد بعض حقائق خاصة بالمحركات العامة ، ومفيدة فى هذا الصدد ، وسوف تسـاعدك فى جمـع المعلومات الضرورية ، وهذه هى :

كل المحركات العامة ذات القطبين انطباقية اللف ، بحيث يكون الطرفان الابتدائى والنهائى لكل ملف موصلين الى قضيبى موحد متجاورين ، كما فى شكل ٩ ــ ١٨ ويكون لف معظم المحركات أيضا بخية ، كما فى شكل ٩ــ ١٩ · بعد لف أحد الملفات تعمل خية ، ثم يلف الملف الذى يليـه ·

تحتوى كل منتجات المحركات العامة تقريبا على ملفين لكل مجرى ، ويكون عدد قضبان الموحد ضعف عدد المجارى · وهذا يعنى أيضا نه توجد خيتان لكل مجرى · وتوجد أيضا محركات بمنتجات ذات ملف أو ثلاثة ملفات لكل مجرى ، ولكننا سنخصص هذا الباب لشرح المنتجـات التى تحتوى على ملفين لكل مجرى ·

اتبع الطريقة الآلية فى أخذ المعلومات من منتج محرك عام : عد وسجل على لوحة معلومات عدد المجارى ، وعدد قضبان الموحد · مد خيطا او أى

حـد مستقيم من منتصف مجـرى لترى ما اذا كان على استقامة أحـد القضبان أو الميكا . سجل هذا على لوحة المعلومات بعمل رسم كالمبين بشكل ٩ ـ ٢٠ . أوجد خطوة الملف بعد المجارى بين جانبى الملف ، وسجلها على لوحة المعلومات (١ ، ٦) أو (١ ، ٧) على حسب الحال . وخطوة ملفات المنتج تكون ، فى حالة المحرك ذى القطبين ، نصف عدد المجارى تقريبا .

ترحيل الأطراف

كل المعلومات التى سجلت حتى الآن ، تم الحصول عليها بدون رفع أى سلك من المنتج . تجمع باقى المعلومات أثنـاء حل المنتج ، ويكون مقـدار ترحيل الأطراف هو أهم ما يجب الحصول عليه أولا ويجب أن يكون ذلك أقرب ما يكون الى الحقيقة ، وان كان الحصول على معلومات دقيقة فى هذا الشأن صعبا جدا ، بسبب الورنيش الموجود على الملفات . وهذه المعلومات مهمة اذا أردنا الحصول على تشغيل بدون شرر .

فيما يلى الطريقة التى تتبع لمعرفة الترحيل المضبوط للأطراف :

حل عدة ملفات بعناية ، وعلم على الموحد مكان الطرفين الابتدائى والنهائى للملفين متجاورين على الأقل . كذلك عند حل ملف عند الحية ، علم مجرى الملف وقضيب الموحد بعلامة خفيفة بزمبة ، وسجل ما اذا كانت هذه الحية خاصة بالملف الأول أو الثانى من الملفين فى المجرى . وشكل ٩ ـ ٢٢ يوضح هذه الطريقة . تظل أطراف الملفات عند اخراجها من المجـارى موصلة الى القضبان ، وترفع منها أثناء حل كل ملف . فعند اخراج الملف ٧ ، يمكن رؤية أن الطرف الابتدائى لهذا الملف موصل الى قضيب الموحد ٣ ، وهـو يبعد ثلاثة قضبان الى يمين المجرى الموجود به الملف ٧ . وحينئذ يجب وضع علامات على قضيب الموحد ، والمجرين اللذين يوجد بهما الملف ، ثم يسجل هذا كله على لوحة المعلومات ، مع عمل رسم مثل ذلك الذى فى شكل ٩ ـ ٢٢ . وقد افترضنا فى هذه الطريقة أنه يمكن حـل الملفـات ، مع أن هذا قد يكون مستحيلا فى بعض المنتجات ، بسبب وجـود الورنيش على الملفات .

عند اعادة لف هذا المنتج ، يوضع الملف الأول فى المجريين الموضـوع عليهما العلامة ، ويوضع الطرف الأول فى القضيب ٣ ، ثم تأتى كل الحيات بعد ذلك بالتتابع .

يتضح من شكل ٩ ـ ٢٢ أن الأسـلاك تحل فى اتجاه عقربى السـاعة ، وهذا يعنى أن الملفات قد تم لفها فى عكس اتجاه عقربى السـاعة . سوف

يلاحظ كذلك أن الملفات تتقدم الى ناحية اليسار ، وهذا كله يجب تسجيله • يمكن الحصول على عدد الملفات فى الملف أثناء حله ، ويقاس مقطع السلك بوساطة معاير سلك ، أو ميكرومتر •

تكون المنتجات عادة مدهونة بالورنيش ومحمصة لدرجة تجعل من الصعب جدا حل الملفات • وهذا ينطبق خاصة على الملفات العلوية • وفى هذه الحالة تقطع الملفات الأربع أو الخمس الأولى ، أو أكثر من ذلك ، حتى نستطيع الوصول الى ملف يمكن حله • واذا كانت الملفات محترقة أو متفحمة ، فان عملية الحل تصبح عادة سهلة • والملفات اللازم حلها ، هى التى تكفى فقط للحصول على المعلومات الضرورية ، أما باقى الملفات ، فيمكن قطعها وسحبها • ويجب رفع جميع الحوابير قبل حل الملفات •

استعمال الزوام للحصول على ترحيل الأطراف

اذا لم يكن المنتج مقصورا ، أو مفتوحا ، فيمكن استعمال طريقة أبسط للحصول على مقدار ترحيل الأطراف • وفيما يلى هذه الطريقة :

ضع المنتج على الزوام ، كما هو مبين بشكل ٩ ــ ٢٣ • فاذا كان أحد الملفات مقصورا ، فسوف يهتز سلاح منشار يدوى عند وضعه فوق المجرى الموجود به الملف المقصور • واذا كان هناك ملفان مقصوران ، فسوف ينتج نفس التأثير فوق مجريين • وهذا هو الأساس المستخدم للحصول على ترحيل الأطراف •

اصنع دائرة قصر على قضيبين بوساطة قطعة من السلك ، ثم حدد بوساطة سلاح منشار يدوى المجرى الذى يجعل السلاح يهتز • أدر المنتج بحيث يصبح هذا المجرى الى أعلى • اصنع دائرة قصر على القضيبين التاليين ، ولاحظ ما اذا كان سلاح المنشار اليدوى يهتز فوق نفس المجرى ، فاذا حدث هذا ، علم القضبان الثلاثة التى استخدمت فى هذا الاختبار ، وكذلك علم المجارى التى بها الملفات المتسببة فى جعل السلاح يهتز •

بعد تسجيل كل المعلومات ، يحل المنتج بأكمله ، ويزال كل العازل القديم • يستعمل عازل جديد بنفس السمك ، ولكنه يقطع بحيث يمتد فوق المجارى حوالى ¼ بوصة وعلى كل من جانبى المجرى حوالى $\frac{1}{32}$ من البوصة •

من المهم اختبار الموحد للكشف عن القصورات والفتحات قبل وضع الملفات الجديدة ، وفتح مجار فى القضبان لوضع الخيات فيها • تأكد من أن عرض المجارى فى قضبان الموحد يساوى قطر سلك ملفات المنتج •

طريقـــة اللف

تشبه طريقة اعادة لف المنتج فى محرك عام الطريقة التى أوردناها فى الباب السادس . وهذه الطريقة باختصار هى :

ابدأ بأى مجرى ، ولف العدد المطلوب من اللفات فى المجرين بالخطوة الصحيحة ، ثم اصنع خية . لف نفس عدد اللفات فى نفس المجرين كمـا فعلت مع الملف الاول ، ثم اصنع خية أخرى . لف الملفين التاليين مبتدئا بالمجرى التالى . غير أطوال الخيات حتى يمكن التعرف على الاطراف عند وضعها فى قضبان الموحد . يمكن تمييز الاطراف أيضـــا باستعمال أغلفة على الطرف بألوان مختلفة .

سوف تجد فروقا طفيفة فى المحركات المختلفة ، فمثلا ، تلف الملفـــات على بعض المنتجات فى اتجاه عقربى الساعة ، وفى بعضها الآخر تلف فى عكس اتجاه عقربى الساعة ، وبالاضافة الى ذلك قد يكون تقدم الملفات فى اتجاه اليمين أو يكون فى اتجاه اليسار . وفى بعض المنتجات تكون أطراف الملفات أمام الملفات ، وفى بعضها الآخر تكون فى الخلف أو ناحية الطارة . وكذلك قد تكون الاطراف فى بعض المنتجات على الجانب الايسر من الملفات ، وتكون فى بعضها الآخر على الجانب الايمن . وخير طريقة يمكن اتباعها ، هى أن تعيد لف المنتج بنفس الطريقة الاصلية التى كان ملفوفا بها بالضبط . فاذا كانت ملفات المنتج ملفوفة فى الاصل فى اتجاه عقربى الساعة ، كما فى شكل ٩ ـ ٢٤ ، أعد لفها بهذه الطريقة . واذا كانت الملفات ملفوفة فى عكس اتجاه عقربى الساعة ، أعد لفها فى هذا الاتجاه ، كما هو مبين بشكل ٩ ـ ٢٥ . واذا كانت الاطراف أو الخيات موضوعة أصلا على الجانب الايمن من الملفات ، كما هو مبين بشكل ٩ ـ ٢٦ ، أعد لفها بهذا الشكل . وهذا ينطبق أيضا على الخيات فى حالة وجودها على الجانب الايسر من الملفات ، كما فى شكل ٩ ـ ٢٧ .

فى بعض الاحيان تكون أطراف ملفات المنتج موجودة فى الناحية الخلفية من المنتج ، كما هو مبين بشكل ٩ ـ ٢٨ ، وفى هذه الحالة تمرر الاطراف خلال المجارى الى الناحية الامامية ، حتى يمكن توصيلها الى الموحد .

موضع الاطراف فى الموحد

من المهم أن يكون وضع الاطراف فى الموحد تماما كما كان فى الملفـــات الاصلية . فاذا وضعت الاطراف بعيدا عن مكانهـــا الاصلى بقضيب ، أو قضيبين ، فسوف يحدث شرر شديد . ويتحدد موضـــع الاطراف عادة

باتجاه دوران المحرك ، وسوف يكون مختلفا مع أحد اتجاهى الدوران عنه مع اتجاه الدوران المضاد • وعلى كل حال ، تكون بعض المحركات العـامة مصممة بحيث يمكن تشغيلها بنفس النتيجة فى أى الاتجاهين ، ولو أن معظمها مصنوع لكى يشتغل فى اتجاه واحد •

اذا كان المحرك مصمما للدوران فى اتجاه عقربى الساعة ، يوضع طرفا الملف عادة على بعد قضيبين أو ثلاثة الى يمينه ، كمـا هو مبين فى شـكلى ٩ ـ ٢٩ ، و ٩ ـ ٣٠ • فى حالة الدوران فى عكس اتجاه عقربى الساعة ، يوضع الطرفان عادة بعد عدة قضبان الى يسار الملف ، كمـا هـو مبين فى شكلى ٩ ـ ٣١ ، و ٩ ـ ٣٢ وللدوران فى كلا الاتجاهين ، يجب توصيل الطرفين فى منتصف المسافة بين وضعى الدوران فى اتجاه عقربى الساعة وعكسه •

اذا كانت ملفات المنتج ملفوفة أصلا فى اتجاه عقربى الساعة ، وأعيد لفها فى عكس اتجاه عقربى الساعة ، فسوف يدور المحرك فى عكس الاتجاه ، ويحدث شرر شديد • عند عكس توصيل أطراف الفرش يدور المحـرك فى الاتجاه العكسى ، ويتوقف حدوث الشرر •

المحرك المعوض ذو المجال الموزع

يحتوى هذا النوع من المحركات العامة ، الذى تظهر أجزاؤه الرئيسية فى شكل ٩ ـ ٣٣ ، على عضو ثابت يشبه العضو الثابت للمحرك ذى الوجه المشطور ، كما يحتوى على منتج يشبه منتج المحرك ذى الاقطاب البارزة • ويوجد نوعان من المحركات العامة ذات المجال الموزع • أحد هذين النوعين يسمى المحرك المعوض ذا المجال المفرد ويحتوى على ملف واحد على العضو الثابت ، والثانى يدعى المحرك المعوض ذا المجالين ، وهـــو يحتـوى على وحدتين من ملفات العضو الثابت •

يحتوى المحرك المعوض ، ذو المجال المفرد ، ذو القطبين ، على ملفات فى العضو الثابت تشبه الملفات الرئيسية لمحرك ذى وجه مشطور ، ذى قطبين ، وهى تلف فى مجارى العضو الثابت بنفس الطريقة • ويجب أن تكون قطبية الاقطاب المتجاورة فى المجـــال مختلفة ، وتوصل على التوالى مع المنتج • وتصنع المحركات التى من هذا النوع أيضا بأربعة أقطاب ، أو أكثر • لعكس اتجاه الدوران فى هذا المحرك ، بدل توصيل طرفى ملفات المجال أو المنتج وحرك الفرش فى عكس الاتجاه الذى سوف يدور فيه المحـــرك • ويكون

تحريك الفرش فى حدود عدة قضبان عادة • ويحتوى المحرك المعوض ذو المجالين على وحدتين من الملفات فى العضو الثابت ، الملفات الرئيسية ، والملفات المعوضة ، وهى تشبه ملفات الحركة وملفات البدء فى المحرك ذى الوجه المشطور • وتوضع الوحدتان بحيث يكون بينهما ٩٠ درجة كهربيه • تستخدم الملفات المعوضة لتقليل جهد المفاعلة الذى يتولد فى المنتج عند تشغيله على التيار المتردد • وينتج هذا الجهد بتأثير المجال المتردد ، وهو يقلل من جهد المنتج ، مما يؤدى الى حدوث فقد فى القدرة وفى السرعة •

الحل واللف

عند حل الملفات فى محرك عام معوض ، يجب وضع علامات بدقة على المجارى ، وذلك حتى يمكن وضع الملفات الجديدة فى المجارى ، قطبا بعد قطب ، تماما مثل الملفات الاصلية • واذا حدث خطأ فى وضع الملفات الجديدة ، بحيث تنتقل من مكانها الاصلى بمجرى واحد ، فسوف يحدث شرر شديد • والعلاج الوحيد فى هذه الحالة يكون بتحريك الفرش ، أو باعادة اللف •

عند اعادة لف هذا المحرك توضع الملفات الرئيسية فى المجارى أولا ، ثم تأتى فوقها الملفات المعوضة ، مع ازاحتها ٩٠ درجة كهربية • وتستعمل طريقة اللف بالحزمة ، أو على ضبعة عموما مع ملفات العضو الثابت • ويبين شكلا ٩ — ٣٤ ، و ٩ — ٣٥ رسما لمحرك معوض ذى قطبين • لاحظ أن الملفات الرئيسية ، وملفات التعويض ، والمنتج ، متصلة معا على التوالى •

تكون المحركات العامة الصغيرة عموما بقطبين ، فى حين تستعمل أربعة أو ستة أقطاب فى المحركات العامة الكبيرة • وتلف الاقطاب الرئيسية بملف أو ملفين لكل قطب ، بينما تحتوى ملفات التعويض على ثلاثة أو أربعة ملفات لكل قطب •

يبين شكل ٩ — ٣٦ رسما بيانيا لمحرك ذى قطبين يحتوى على ١٢ مجرى • ولعكس اتجاه الدوران فى هذا المحرك ، يبدل توصيل طرفى الملفات الرئيسية ، أو طرفى ملفات التعويض مع المنتج كوحدة واحدة ، وليس من الضرورى تحريك الفرش •

تنظيم السرعة فى المحركات العامة

يمكن تنظيم السرعة فى المحرك العام بوساطة مقاومة موصلة على التوالى مع المحرك ، أو باستعمال نقط تقسيم على ملفات المجال أو بوساطة جهاز طرد مركزى •

طريقة المقاومة

تستخدم مقاومة صغيرة متغيرة ، للحصول على سرعة متغيرة فى المحركات العامة الصغيرة كتلك التى تستخدم فى آلات الخياطة ، كمـا هو مبين فى شكل ٩ ــ ٣٧ • وتغير قيمة المقاومة الداخلة فى الدائرة بالقدم بوســاطة بدال ، وتتكون المقاومة من عمود الكربون ، أو من السلك •

وتستعمل طريقة أخرى للتحكم فى سرعة المحركات العامة الصغيرة ، وهى مبينة فى شكل ٩ ــ ٣٨ ، ويستخدم فيهـا مكعبان من الكربــون يضغطان باليد معا بقوة للحصول على السرعة العالية وعندما يبعد المكعبان عن بعضهما ببطء ، تقل قيمة التيار المار عن طريقهما ، وبذلك تبطىء سرعة المحرك • وتبدأ هذه المحركات دورانها بسرعة بطيئة جدا ، لان مفتــاح السرعة يفصل مكعبى الكربون عن بعضهما عند البدء • وبتحريك المفتــاح يزداد الضغط على مكعبى الكربون ، مما يؤدى الى زيادة التيــار المار • وعندما ينفصل مكعبا الكربون عن بعضهما تمـاما ، تبقى مقاومة ثابتة فى الدائرة ، كما هو مبين بشكل ٩ ــ ٣٨ • ويستعمل المكثف ، لتقليل حدوث قوس كهربية •

ملفات المجال ذات نقط التقسيم

تغير السرعة فى بعض المحركات العامة باستخدام نقط تقسيم موجودة على أحد ملفات المجال ، كما هو مبين بشكل ٩ ــ ٣٩ ، وبذلك يمكن تغيير قوى المجال ، مما يؤدى الى تغيير السرعة • ويكون ملف المجال مقسما الى عدة أقسام ، يختلف مقاس السلك فى كل منها عن الآخر ، ويخرج من كل قسم طرف لنقطة تقسيم • وفى طريقة أخرى ، يلف على أحد أقطاب المجال سلك مقاومة من النيكروم ، ويؤخذ منه نقط تقسيم ، ويحصــل على أقل سرعة عندما يكون الملف بأكمله فى الدائرة ، وعلى السرعة المتوسطة عنــدما يكون الجزء من الملف خارج الدائرة ، وعلى السرعة المرتفعة عندما يخــرج هذا الملف بأكمله من الدائرة •

جهاز الطرد المركزى

يمكن الحصول على عدد من السرعات المختلفة فى كثير من المحركات العامة ، كتلك التى تستعمل فى المنازل لخلط الاطعمة • وتعيين السرعة يحدث عادة عن طريق جهاز طرد مركزى موجود بداخل المحرك ، وموصل كما هو مبين بشــكل ٩ ــ ٤٠ • ويمكن ضــبط المفتاح بوساطة رافعــة

خارجية . فاذا دار المحرك بسرعة أقل من تلك التى ضبطت عليها الرافعة ، فسوف يفتح مفتاح الطرد المركزى تلامسين ، ويدخل مقاومة فى الدائرة ، وهى التى تعمل بدورها على تقليل سرعة المحرك . وعندما تبطىء سرعة المحرك يقفل التلامسان ويقصران المقاومة ، فتزداد سرعة المحرك . وتتكرر هذه العملية بسرعة كبيرة لدرجة أن التغيير فى السرعة لا يكون ملحوظا .

توصل المقاومة على التوازى مع تلامسى المنظم ، كما هو مبين بشكل ٩ ـ ٤٠ . ونظرا لحدوث شرر نتيجة لقفل وفتح هذين التلامسين ، يوصل مكثف صغير على التوازى معهما لتقليل الشرر ومنع تآكلهما . يمكن بهذه الطريقة الحصول على ما يقرب من ست عشرة سرعة مختلفة .

تحديد الخلل فى محرك عام وتصليحه

الاختبار

يجب الكشف عن العيوب فى كل من ملفات المجال وملفات المنتج قبل تجميع المحرك وبعده . تختبر ملفات المجال للكشف عن التماسات الارضية ، القصورات ، الفتحات ، والمعكوسات ، بنفس الطريقة التى اتبعت مع ملفات مجال التيار المستمر ، وكل هذه الاختبارات مشروحة بالتفصيل فى الباب السابع ، على محركات التيار المستمر . فى حالة المحركات العامة ذات المجال الموزع ، تستعمل الطريقة المبينة فى الباب الاول ، المحرك ذو الوجه المشطور . ولما كان المنتج فى المحرك العام يشبه منتج التيار المستمر ، فان الاختبارات فى الحالتين واحدة . راجع فى الباب السادس الطرق المستخدمة لتحديد العيوب فى منتجات التيار المستمر والموحدات . ويجب التنبه الى نه قبل اعادة لف المنتج ، يجب اختبار الموحد للكشف عن القصورات والتماسات الارضية .

التصليح

المتاعب التى تقابلنا فى المحركات العامة ، هى نفسها التى نلقاها فى محركات التيار المستمر . وكل العيوب الآتية ، وتصليحها ، قد نوقشت فى البابين السادس والسابع .

١ ـ اذا صدر من المحرك شرر شديد ، فقد يكون العيب :

(أ) خطأ فى وضع الاطراف على الموحد .

(ب) قصر فى ملفات المجال .

(ج) فتح فى ملفات المنتج ٠
(د) قصر فى ملفا تالمنتج ٠
(هـ) عكس فى توصيل أطراف الملفات ٠
(و) تآكل الكراسى ٠
(ز) ميكا عالية ٠
(ح) خطأ فى اتجاه الدوران ٠

٢ ــ اذا ازدادت سخونة المحرك أثناء دورانه ، فقد يكون العيب :

(أ) تآكل الكراسى
(ب) جفاف الكراسى من الزيت ٠
(ج) قصر فى الملفات ٠
(د) تعدى الحمل ٠
(هـ) قصر فى ملفات المجال ٠
(و) عدم وجود الفرش فى وضع التعادل ٠

٣ ــ اذا تصاعد الدخان من المحرك ، فقد يكون العيب :

(أ) قصر المنتج ٠
(ب) قصر ملفات المجال ٠
(ج) تآكل الكراسى ٠
(د) خطأ فى قيمة الجهد المستعمل ٠
(هـ) تعدى الحمل ٠

٤ ــ اذا كان عزم دوران المحرك ضعيفا ، فقد يكون الخطأ :

(أ) ملفات مقصورة فى المنتج ٠
(ب) ملفات مقصورة فى المجال ٠
(ج) خطأ فى وضع الفرش ٠
(د) تآكل الكراسى ٠

المحركات ذات القطب المظلل

المحرك ذو القطب المظلل هو محرك تيار متردد ذو وجه واحد ، وتتراوح قدرته ما بين $\frac{١}{٢٠}$ ، $\frac{١}{٣٠}$ من الحصان تقريبا ٠ وهو يستخدم فى الاستعمالات التى تحتاج الى عزم دوران ابتدائى منخفض ، مثل المراوح والهوايات ٠ وشكل ٩ ــ ٤١ يبين محركا مثاليا ذا قطب مظلل ٠

تكوين المحرك ذى القطب المظلل

يبين شكل ٩ ـ ٤٢ الاجزاء الرئيسية فى محرك ذى قطب مظلل ، وهى العضو الثابت أو اطار المجال ، العضو الدائر ، والغطاءان الجانبيان •

والعضو الثابت من النوع ذى الاقطاب البارزة عادة ، وهو يتكون من قلب من رقائق الحديد يحتوى على الاقطاب البارزة ، التى توضع عليها ملفات السلك • ويوجد بكل قطب مجرى بالقرب من أحد الجانبين ، يوضع فيه لفة واحدة من النحاس السميك ، يطلق عليها الملف المظلل • ويحتوى كثير من المحركات ذات القطب المظلل على عضو ثابت ذى مجار ، توضع فيها الملفات ، كما هى الحال فى المحرك ذى الوجه المشطور •

تحتوى كل المحركات ذات القطب المظلل على عضو دائر من نوع القفص السنجابى ، كتلك التى تستعمل فى المحرك ذى الوجه المشطور ، والمحركات الثلاثية الوجه •

وفى كثير من هذه المحركات ، لا يمكن الا رفع غطاء جانبى واحد ، اما الغطاء الآخر ، فهو مصبوب كجزء من الاطار ، ويزود الغطاءان الجانبيان اما بكرسيى بلى ، أو بكرسيين ذوى جلبة •

طريقة تشغيل المحرك ذى القطب المظلل

تحتاج كل المحركات التأثيرية الى ملفات مساعدة ، لتوليد عزم دوران ابتدائى فى المحرك • وفى المحركات ذات الوجه المشطور والمحركات ذات المكثف ، تستخدم ملفات بدء لهذا الغرض ، موضوعة على زاوية قدرها ٩٠ درجة كهربية من ملفات الحركة • ويحتاج المحرك ذو القطب المظلل أيضا الى ملفات بدء ، ولكنها فى هذه الحالة تتكون عادة من لفة واحدة مقفلة من النحاس الغليظ ، موضوعة على أحد الجانبين فى كل قطب من اقطاب العضو الثابت •

يتولد فى لفات الاقطاب المظللة خلال فترة البدء تيار بالتأثير من ملفات الاقطاب الرئيسية ، فيتكون نتيجة لذلك مجال مغناطيسى فى الاقطاب المظللة ، متخلف عن المجال المغناطيسى الذى تولده الاقطاب الرئيسية ، وبهذا ينتج مجال مغناطيسى دائر ، يكفى لاعطاء عزم الدوران الابتدائى المطلوب • وعندما يصل المحرك الى سرعته المعتادة ، يصبح تأثير الملفات المظللة مهملا •

ملفات الاقطاب المظللة

يحتوى المحرك ذو القطب المظلل العادى على أقطاب مجـــال بارزة ، توضع عليها الملفات المظللة ، كما هو مبين بشكل ٩ ــ ٤٣ • والملفات التى توضع على الاقطاب تكون عادة ملفوفة على ضبعة كتلك التى تســـتخدم فى عمل الاقطاب فى محركات التيار المستمر ، والمحرك العام ذى الاقطاب البارزة • وتزود نهايتا الملف بطرفين ، ويغطى بالشريط بأكمله ، ثم يوضع على القطب • وتحفظ ملفات الاقطاب فى أمكنتها بنفس الطريقة التى اتبعت مع ملفات المجال فى المحرك العام ، التى شرحت فى بداية هذا الباب •

عند اعادة اللف ، **تأكد من** أنك استعملت نفس عدد اللفات ، بنفس **مقاس السلك** ، **مع** نفس نوع العازل ، كما يجب أن تتأكد من أن مقاسات الملفات الجديدة يماثل مقاسات الملفات القديمة ، والا وجدت صـــعوبة فى وضعها على الاقطاب • ومن المستحسن عادة وضع ورق عازل عند جوانب القلب الحديدى ، أو حوله ، لمنع الملف من التماس مع الارض •

تصنع هذه المحركات بقطبين ، وأربعة أقطاب ، وستة ، ولمــانية ، وتوصل الاقطاب المتجاورة بحيث تختلف قطبيتها • شكل ٩ ــ ٤٤ يبين رسما لتوصيل محرك ذى قطب مظلل ، بأربعة أقطاب بارزة •

تصنع المحركات ذات القطب المظلل أيضـــا بعضو ثابت يشبه ذلك المستعمل فى المحركات ذات الوجه المشطور • ويحتوى العضو الثابت فى هذه الحالة على ملفات موزعة ، تلف بنفس الطريقة المستعملة فى حالة المحرك ذى الوجه المشطور • وبدلا من حلقة النحاس الغليظة التى تستخدم مع الاقطاب البارزة ، تتكون الملفات المظللة من سلك ملفوف فى المجارى • وشكل ٩ ــ ٤٥ يبين عرضا مثاليا للملفات الرئيسية والملفات المظللة فى محرك ذى اربعة أقطاب ، يحتوى على ١٢ مجرى ، كمـا يبين شــكل ٩ ــ ٤٦ رسما للتوصيلات السلكية فيه • لاحظ أن الملفات المظللة موصلة بحيث تختلف قطبية الاقطاب المتجاورة فيها ، وبحيث تقفل على نفسها ، ولاحظ أيضـــا أنها تحتل حوالى الثلث فقط من جانب القطب •

عكس اتجاه الدوران فى المحرك ذى القطب المظلل

تتكون بعض محركات القطب المظلل بحيث يمكن عكس اتجاه دورانها بمجرد تغيير وضع مفتاح ، أما معظمها ، فلا يمكن عكس اتجــاه الدوران فيها ، الا بعد فك أجزائها • لعكس اتجـاه الدوران فى هـــذا النوع من

المحركات ، فك أجزاء المحرك ، واعكس وضع العضو الثابت من ناحية الى الناحية الاخرى ، ثم أعد تجميع الاجزاء • ونظرا لان اتجاه الدوران فى محرك القطب المظلل ، يكون من القطب الرئيسى الى القطب المظلل ، يتضح من شكل ٩ ــ ٤٧ أن الدوران سوف يكون فى اتجاه عقربى الساعة ، فى حين يكون فى شكل ٩ ــ ٤٨ فى عكس اتجاه عقربى الساعة • تستخدم هذه الطريقة فى عكس اتجاه الدوران ، اذا لم يمكن عكس اتجاه الدوران من الخارج •

ويحتوى المحرك ذو القطب المظلل الذى يمكن عكس اتجــاه دورانه من الخارج على وحدة ملفات رئيسية ، ووحدتين من ملفات القطب المظلل • ويوجد بالعضو الثابت لهذا المحرك مجار توضع فيها الملفات • وتكون الملفات الرئيسية موزعة عادة على عدة مجار ، ولكنها تحتوى عادة على ملف واحد لكل قطب •

عدد الاقطاب فى كل من وحدتى ملفات الاقطاب المظللة يســاوى عدد أقطاب الملفات الرئيسية ، ولكن تســتعمل وحدة واحدة منهــا فقط فى أى وقت • وتكون احدى الوحدتين قطبا مظللا على أحد الجانبين فى كل قطب رئيسى ، بينما تكون الوحدة الثانية قطبا مظللا على الجانب الثانى من نفس القطب • وشكل ٩ ــ ٤٩ يبين ذلك ، حيث يتكون القطب الكامل من ملف واحد رئيسى ، وملفين مظللين • وشكل ٩ ــ ٥٠ يبين عرضا مثاليا لمحــرك يحتوى على اثنى عشر مجرى ، ذى أربعة أقطاب • توصـــل الاقطـــاب الرئيسية على التوالى ، بحيث تختلف قطبية المتجاورة منهـــا ، وكذلك الاقطاب المظللة ، اذا أردنا الدوران فى اتجاه معين ، تقفل دائرة احدى وحدتى الملفات المظللة ، وتترك الثانية مفتوحة ، كما هو مبين بشكل ٩ ــ ٥١ •

لعكس اتجاه دوران المحرك ، يجب فتح دائرة وحدة الملفات المظللة المقفلة ، وقفل دائرة الوحدة المفتوحة ، وبذلك يتغير وضع الملفات المظللة بالنسبة للملفات الرئيسية •

يحتوى نوع آخر من محركات القطب المظلل ، التى يمكن عكس اتجاه دورانها ، على وحدتين من الملفات الرئيسية ، ووحدة من الملفات المظللة • ويبين شكل ٩ ــ ٥٢ قطبين من هذه الملفات ، فى حين يمثل شكل ٩ ــ ٥٣ عرضا مثاليا لمحرك ذى أربعــة أقطــاب ، يحتوى على اثنى عشر مجرى • والملفات المظللة فى هذا المحرك قــد تكون من النوع الملفوف ، أو يمكن أن تحتوى على قطعة واحدة مقفلة من النحاس • وللدوران فى اتجــاه عقــربى الساعة ، تستخدم احدى وحدتى الملفات الرئيسية ، بينما تظل وحدة الملفات

الرئيسية الاخرى مفتوحة وللدوران فى عكس اتجاه عقربى الساعة ، يعكس الوضع بالنسبة لوحدتى الملفات الرئيسية ٠

وطريقة الاختبار وتحديد الخلل فى هذين النوعين من المحركات ، هى نفسها التى استعملت مع أنواع المحركات الاخرى ٠

محركات المراوح — تنظيم السرعة

يبحث هذا القسم فى الطرق المستعملة للحصول على سرعات متعددة من أنواع مختلفة من المحركات عند استخدامها فى المراوح والهوايات ٠ وقد نوقشت هذه المحركات بالتفصيل فيما سبق فى هذا الباب ، وفى الأبواب الأخرى ، الخاصة بمحـركات الوجـه المشطور ، والمحـرك ذى المكثف ، والمحركات الثلاثية الوجه ٠ وسوف نقـوم فقط بمناقشة الطرق المستعملة فى تغيير سرعة هذه المحركات عند استعمالها مع المراوح ٠

المراوح الأرضية : يستعمل المحرك ذو الوجـه المشـطور ، أو المحرك ذو المكثف فى المراوح الأرضية ٠ وتزود محركات الوجـه المشطور ذات السرعتين عموما بوحدتين من ملفات الحركة ، وبوحدة واحدة أو وحدتين من ملفات البدء ، ويتوقف ذلك على رأى الصانع ٠ ويبين شكلا ٩ ــ ٥٤ ، ٩ ــ ٥٥ رسمين تخطيطيين لهذين المحركين ٠

ويبين شكل ٩ ــ ٥٦ محركا ذا وجه مشطور بثلاث سرعات ٠ ويتحصل على السرعات الثلاث بثلاث وحـدات فقط من الملفات : واحدة للحـركة ، وواحدة مساعدة ، وواحدة للبدء ٠ وتلف ملفات الحركة والملفات المساعدة فى نفس المجارى ، أما ملفات البدء ، فهى تبعد عنها بزاوية قدرها ٩٠ درجة كهربية ٠ للحصول على السرعة العالية ، توصل ملفات الحـركة على التوازى مع الخط ، وتوصل الملفات المسـاعدة على التوالى مع ملفات البـدء ، ثم يوصلان معا على التوازى مع الخط ٠ للحصـول على السرعة المتوسطة ، توصل ملفات الحركة على التوالى مع نصف الملفات المساعدة ، وتوصـل ملفات البدء على التوالى مع النصف الآخر من الملفات المسـاعدة ٠ وللحصول على السرعة المنخفضة توصل ملفات الحركة والملفات المساعدة على التوالى معا ، وعلى التوازى مع الخط ، فى حين توصل ملفات البدء وحـدها على التوازى مع الخط ٠ وتخرج نقطة تقسيم من الملفات المساعدة للتوصـيل

على السرعة المتوسطة . يوصل مفتاح طرد مركزى على التوالى مع ملفات البدء ، ويستخدم هذا المحرك أيضا فى مراوح الحائط .

يحتوى نوع آخر ، من محركات المراوح ذات الوجه المشطور ، وذات السرعتين ، على وحدة ملفات حركة ووحدة ملفات بدء فقط ، وسوف نعطى مثلا بمحرك ذى أربعة أقطاب ، ولو أن هذه المحركات تصنع بأعداد متنوعة للأقطاب . للحصول على السرعة المرتفعة توصل أقطاب الحركة الاربعة فى دائرتين ، مع مراعاة اختلاف قطبية الاقطاب المتجاورة . وللحصول على السرعة المنخفضة توصل الأقطاب الأربعة على التوالى.للحصول على نفس نوع القطبية فى القطبين المتجاورين ، وهذه هى توصيلة الاقطاب المتعاقبة ، التى تنتج أربعة أقطاب اضافيـة بين الاقطاب الرئيسيـة . وبذلك يدور المحرك على سرعة الثمانية الاقطاب المنخفضة . وتوصل ملفات البدء على التوازى مع الخط فى كلتا الحالتين ، ويوجد قطبا بدء بارزان بتوصيلة أقطاب متعاقبة ، ينتج عنها أربعة أقطاب لكلتا السرعتين . تخـرج من المحرك عادة أربعة أطراف . وشكل ٩ ــ ٥٧ يبين رسما لهذا المحرك .

تستعمل محركات المكثف ذات السرعتين أيضـا فى المراوح الأرضية ، ويشبه أحد الأنواع منهـا محرك الوجه المشطور المبين بشكل ٩ ــ ٥٤ ، فيما عدا اضافة المكثف فى دائرة ملفات البدء ، كمـا هـو مبين بشكل ٩ ــ ٥٧ .

يستخدم نوع آخر من أنواع المحرك ذى المكثف ، ذى السرعتين ، فى المراوح الأرضية ، وهو محرك مكثف الحركة ذو المجال المقسم . ولا يستعمل فى هذا المحرك ، المبين بشكل ٩ ــ ٥٨ ، مفتاح طرد مركزى . وللحصول على ثلاث سرعات ، تخرج من منتصف الملفات المساعدة نقطـة تقسيم ، تستعمل فى حالة السرعة المتوسطة ، كما هو مبين بشكل ٩ ــ ٥٩ . وهذا المحرك يشبه محرك الوجه المشطور ذا الثلاث سرعات ، فيما عدا أنه لا يوجد به مفتاح طرد مركزى ، ويستعاض عنه بالمكثف . ويستخدم هـذا المحرك على نطاق واسع فى الهوايات ، وفى أجهزة التكييف .

مراوح الحائط والمكاتب : توجد أنواع متعددة لمراوح الحائط والمكتب ، وتستخدم فيهـا أنواع مختلفة من المحركات ، كالمحرك العام ، وذى الوجه المشطور ، وذى المكثف ، وذى القطب المظلل ، والثلاثى الوجه ، وكلها تشتغل على تيار متردد ذى وجه واحد .

يحتوى النوع ذو المحرك العام منها على وحـدة مقاومة فى قاعدته ، تستعمل لتغيير السرعة ، وهو موصل كما فى شكل ٩ ــ ٦٠ . وتوجـد رافعة تمتد خارج القاعدة ، وتستعمل لادخال المقاومة فى الدائرة .

تلف محركات الوجه المشطور المستعملة فى مراوح الحائط مثل محركات الوجه المشطور العادية ، ولكن بعضها لا يحتوى على مفتاح طرد مركزى . ويوجد نوع خاص من المحولات الذاتية فى قاعدة المروحة ، كما هو مبين بشكل ٩ ــ ٦١ ، وهو يستخدم فى تغيير السرعة ، وفى اعطاء تيار ذى وجه مختلف فى ملفات البدء . وتوجد نقط تقسيم على الملف الابتدائى للمحول ، تستعمل للحصول على سرعات مختلفة ، وتوصل على التوالى مع الملفـات الرئيسية . توصل ملفات البدء على التوازى مع الملف الثانوى للمحول . تلف هذه المحركات عادة بستة أقطاب .

شكل ٩ ــ ٦٢ يبين محركا ذا مكثف لمروحة حائط ، وهو يحتوى على مكثف ذى سعة تقرب من ١ م . ف . فى دائرة ملفات البدء . ولزيادة السعة الفعلية للمكثف ، وبالتالى عزم الدوران الابتدائى لهذا المحرك ، يوصـل المكثف على التوازى مع المحول الذاتى . تستخدم نقط التقسيم على المحول للحصول على سرعات مختلفة .

مراوح وحـدات التسخين : تعلق وحدات التسخين عادة فى الحجرات الكبيرة ، وتزود بمروحة ، أو هواية ، لتوزيع الحرارة المتولدة فى السخان . وتوصل المروحة ، أو الهواية ، عادة مع محول ذاتى لتغيير السرعة ، وينظم تشغيلها بوساطة مفتاح تحويل موصل مع المحول الذاتى ، كما هو مبين بشـكل ٩ ــ ٦٣ . وتكون المحركات عموما من نوع مكثف الحركة المفـردة القيمة . ولتقليل السرعة فى هذا النوع من المحركات ، يخفض الجهد الموجود على ملفات الحركة وملفـات البـدء بوساطة المحول الذاتى ، فكلما انخفض الجهد ، قلت سرعة المحرك .

تختلف الطريقة المستعملة لتغيير السرعة باختلاف الصانع . ففى بعض المحركات يغير الجهد على ملفات الحركة فقط ، فى حين يبقى الجهـد على ملفات البدء ثابتا . وفى محركات أخرى تتكون ملفات الحركة من قسمين ، يوصلان على التوالى على ٢٢٠ فولت فى حالة السرعة المرتفعة . وللحصول على السرعة المنخفضة يوصل القسمان على ١١٠ فولت بوسـاطة محـول ذاتى . ويكون توصيل محركات وحدات التسخين هذه للحصول على ثلاث سرعات عادة .

ويحتوى كثير من المراوح على محـركات من النوع ذى القطب المظلل • ويمكن تغيير السرعة فى هذه المحركات بتوصيل ملف خانق على التوالى مع الملفات الرئيسية ، كما هو مبين بشكل ٩ ـ ٦٤ • وتوجد نقط تقسيم على الملف للحصول على السرعات المختلفة •

تحتوى بعض محركات المراوح على ملفات ثلاثية الوجه موصلة نجمة ، ولكنها تشتغل على تيار ذى وجه واحد • وتشتمل وحدة من الملفات فى هذا المحرك على عدة ملفات من سلك مقاومة من النيكروم ، كما هو مبين بشكل ٩ ـ ٦٥ ، وهو يتسبب فى جعل التيار فى وحدة الملف هذه متخلفا عن التيار فى الوحـدتين الأخريين • وتوصل الوحـدة الثانية من الملفات مع معاوقة موضوعة فى قاعدة المروحة ، وبها نقط تقسيم للحصـــول على السرعات المختلفة • أما الوحدة الثالثة من الملفات فتوصل على الخط • ويؤدى وجود المقاومة والمعاوقة الى انتاج مجال دائر ، يعمل على ادارة العضو الدائر •

محركات المراوح ذات السرعة الواحدة : تلف محركات المراوح والهوايات الكبيرة عادة وتوصـــل ثلاثية الوجه ، وهى تكون بسرعة واحـدة عمـوما • وأحدها ، وهو المبين بشكلى ٩ ـ ٦٦ ، و ٩ ـ ٦٧ ، يحتوى على ٤٨ مجرى و ٢٤ ملفا ، وهو موصل نجمة على التوالى بثمانية أقطاب • وتوضع الملفات فى مجارى هذا المحرك ، بحيث يحتل كل ملف مجريين كاملين • واذا كان مصمما للتشغيل على جهـدين ، يوصل دلتـا على التوالى فى حالة الجهد المنخفض ، ونجمة على التوالى فى حالة الجهـد المرتفع • ولذلك يجب أن تخرج من هذا المحرك ستة أسلاك لتشغيله على جهدين •

الباب العاشر

مولدات التيـــار المستمر

المحركات والمولدات المتزامنة ، السينكروات

تنظيم تشغيل المحركات بالأجهزة الالكترونية

يجب فهم الفرق بين المحرك والمولد بوضوح قبل دراسة موضوع المولدات الكهربية . سبقت الاشارة الى أن المحرك هو آلة ، يمكن عن طريق تغذيتها بالتيار الكهربى الحصول منها على شغل ميكانيكى ، كتشغيل المصـــاعد ، أو ادارة المضخات . والمولد ، على العكس من ذلك ، هو آلة تدار بوساطة آلة ميكانيكية كآلة البخار ، أو آلة الديزل ، أو محـــرك كهربى ، فتنتج تيارا كهربيا . وتقاس قدرة المولدات الكهربية للتيار المستمر بالكيلووات ، وتتراوح أحجامها ما بين كسر من الكيلووات وعدة آلاف من الكيلووات . ويبين شكل ١٠ ــ ١ مولد تيار مستمر متوسط الحجم .

مولدات التيار المستمر

وتشبه مولدات التيار المستمر فى مظهرها وتكوينها محركات التيـــار المستمر ، وهى تحتوى على منتج وأقطاب للمجال متماثلة عموما . لهـــذا السبب يمكن بسهولة تحويل مولد تيار مستمر الى محرك ، وكذلك يمكن بسهولة تحويل المحرك الى مولد .

تشغيل مولد التيـــار المستمر : اذا حرك موصل ، بحيث يقطع خطوط القوى فى مجال مغناطيسى ، كما فى شكل ١٠ ــ ٢ ، فسوف يتولد فيه جهد بالتأثير . ويمكن قياس هذا الجهد بتوصيل فولتمتر على نهايتى هذا الموصل . اذا وصلت عدة موصلات على التوالى (كلفات الملف ، فسوف تكون قيمة الجهد المتولد بحيث تساوى مجموع الجهود المتولدة فى كل موصل . وتتوقف

قيمة الجهد المتولد أيضا على قوة المجال المغناطيسى ، وعلى السرعة التى تقطع بها الموصلات المجال المغناطيسى • فكلما ازدادت قوة المجال كبر الجهد ، وكذلك كلما ذادت سرعة قطع الموصلات لخطوط المجال ، ازداد الجهد •

فاذا تحرك الموصل المبين بشكل ١٠ ـ ٢ الى أسفل ، كما هو مبين فى الرسم ، فسوف يتولد التيار فيه ، بحيث يمر فى الاتجاه المبين بالأسهم • وعندما يتحرك الموصل الى أعلى ، فسوف يمر التيار فى الاتجاه العكسى • وهذه الملاحظات تبين ان اتجاه مرور التيار يتوقف على حركة الموصل • وكذلك يؤدى تغيير اتجاه خطوط القوى الى تغيير اتجاه مرور التيار المتولد •

يبين شكل ١٠ ـ ٣ موصلا ملفوفا على شكل حد ملفات المنتج ، وله طرفان موصلان الى موحد ذى قضيبين • اذا دار ملف المنتج هذا ، فسوف يقطع الموصل خطوط القوى المغناطيسية ، فيمكن الحصول على تيار مستمر من الفرش الراكبة على الموحد •

وبذلك نستطيع أن نرى أن ثلاثة عوامل لازمة لتوليد الكهرباء ، وهى (١) خطوط قوى مغناطيسية (فيض) ، (٢) موصل و (٣) قطع خطوط القوى بوساطة الموصل •

توجد ثلاث طرق لانتاج خطوط القوى المغناطيسية اللازمة لتوليد الكهربا ، وهى :

١ ـ استعمال أقطاب ممغطسة ، كما فى حالة الماجنيتو •

٢ ـ اثارة المغناطيسية فى ملفات مجال المولد بوساطة تيار مستمر من بطارية ، أو من مولد صغير (اثارة منفصلة) •

٣ ـ اثارة المغناطيسية فى ملفات المجال بوساطة تيار من المنتج (اثارة ذاتية) •

المولد ذو الاثارة المنفصلة : عندما توصل ملفات المجال مع منبع كهربى خارجى ، يعرف المولد بأنه مولد ذواثارة منفصلة • وشكل ١٠ ـ ٤ يبين مولدا ذا قطبين ، تغذى ملفات المجال فيه ببطارية • وعندما يدور المنتج فى المجال المغناطيسى ، يزود الحمل بالتيار •

المولد ذو الاثارة الذاتية : تستخدم معظم المولدات جزءا من التيار المتولد فى المنتج لتغذية ملفات المجال بتيار لاثارتها ، ويطلق على هذا النوع المولد

ذو الاثارة الذاتية · يبين شكل ١٠ ـ ٥ ملفات التوازى موصلة مع المنتج · عندما يكون المولد ساكنا ، يكون المجـال متولدا من المغناطيسية المتبقاة فى الأقطاب · ويكون لذلك ضعيفا جدا ، وعندما يدور المنتج ، تقطع الموصلات خطوط هـذا المجال الضعيف ، فيتولد فيهـا جهـد صغير ، وهـذا يثير مغناطيسية بسيطة فى ملفات المجال ، فتنتج خطوط قوى جديدة · ونظرا لدوران المنتج الآن فى مجال مغناطيسى أقوى من السابق ، يتولد جهد أعلى مما سبق ، فيزداد التيار المار فى ملفات المجال ، وهذا يؤدى بدوره الى زيادة عدد خطوط القوى المغناطيسية · وتستمر هـذه العملية فى اطراد ، حتى تتشبع أقطاب المجال مغناطيسيا · وتسمى هذه العملية ، التى يزداد فيها الجهد فى المولد الى حد معين ، « عملية البناء » ·

توجد ثلاثة أنواع من المولدات ذات الاثارة الذاتيـة ، مولد التوالى ، ومولد التوازى ، والمولد المركب ·

مولد التوالى

سبق أن استخدم مولد التوالى فى انارة الشـوارع ، ولكن من النادر استعماله فى وقتنا هذا · وشكل ١٠ ـ ٦ يبين دائرة مولد توال ، وتشبه توصيلاته محرك التوالى ، عند وضع منبع للتيار بدلا من الحمل · واذا فصل الحمل من نهايتى المولد ، فسـوف تصبح دائرة المولد مفتوحـة ، وبذلك يتوقف مرور التيار فى ملفات المجال ، فلا يتولد أى جهد · فاذا وصل حمل صغير ، كمصباح مثلا ، يمر تيار خلال المولد · وهذا يؤدى الى انتاج مجال مغناطيسى صغير ، فيتولد جهد منخفض · فاذا وضع حمل أكبر من ذلك على المحرك ، يمر تيـار أكبر ، فتتولد خطـوط قوى مغناطيسية أكثر ، فيتولد جهد أكبر · وبذلك يزداد عدد خطوط القوى كلما زاد الحمل على مولد التوالى ، وهذه تؤدى بدورها الى زيادة الجهد المتولد · وهـذه هى احدى خواص مولد التوالى : الجهد المتولد يساوى صفرا بدون حمـل ، وتزداد قيمته الى نهاية عظمى ، عند الحمل الكامل ·

مولد التوازى

توصل ملفات المجال فى مولد التوازى مع نهايتى المنتج على التوازى ، كما هو مبين بشكل ١٠ ـ ٥ ، وبذلك تكون شدة المجـال تقريبا ثابتة ، بصرف النظر عن مقدار الحمل · وعلى العموم ، فانه كلما زاد الحمل ، يقل

الجهد الموجود على نهايتى المنتج ، نتيجة لازدياد سقوط الجهد بداخل المنتج • وبذلك يكون من خواص مولد التوازى حدوث انخفاض طفيف فى الجهد عند ازدياد الحمل • ويكون الجهد بدون حمل أكبر ما يمكن ، ويقل بمقدار صغير ، كلما ازداد الحمل •

المولد المركب

توجد أنواع متعددة من المولدات المركبة ، أكثرها استعمالا هو ما كان موصلا توازيا قصيرا متشابها ، وكما هى الحال فى محرك التيار المستمر الذى يحمل نفس الاسم ، تكون ملفات التوازى موصلة مع المنتج على التوازى ، ويمر فيها التيار فى نفس الاتجاه الذى يمر به من ملفات التوالى • ويمكن توصيل هذا المولد أيضا بتواز طويل •

يبين شكلا ١٠ ــ ٧ ، و ١٠ ــ ٨ رسمين لتوصيل التوازى القصير • ويعطى هذا المولد عادة جهدا ثابتا بصرف النظر عن قيمة الحمل ، ولكن يمكن تغيير معدل تغير الجهد فيه بتغيير عدد اللفات فى ملفات التوالى ، أو باستعمال مقاومة توصل على التوازى مع ملفات التوالى لتغيير التيار المار فيها ، ويطلق على هذه المقاومة اسم المفرع • وخواص المولد المركب عموما هى مزيج من خواص مولد التوالى ومولد التوازى معا •

بتغيير عدد اللفات فى ملفات التوالى ، يصبح من الممكن الحصول على ثلاثة أنواع من المولدات المركبة • وهى تسمى : (١) مولد فوق المركب ، (٢) مولد مركب مستوى ، (٣) مولد تحت المركب • وتصمم هذه المولدات بطريقة وبعدد لفات معينة ، بحيث يمكن الحصول منها على الخواص الآتية :

١ ــ اذا كان عدد اللفات فى ملفات التوالى أكثر من العدد اللازم ، الذى يعطى جهدا ثابتا عند كل حمل ، فان المولد يكون فوق المركب • وهذا يعنى أنه كلما أزداد الحمل ، زادت قيمة الجهد المتولد • عند عدم وجود الحمل يكون الجهد عاديا ، ولكنه يرتفع بما يقرب من ٥ فى المائة عند وجود الحمل الكامل • وهذا مرغوب فيه عندما يكون مكان المولد بعيدا بعض البعد عن مكان الحمل ، اذا يعوض ارتفاع الجهد ، مقدار فقد الجهد فى الخط الموصل بين المولد والحمل •

٢ ــ واذا قل عدد اللفات فى ملفات التوالى ، نحصل على مولد مركب مستوى • ويكون الجهد فى هذا المولد مع الحمل الكامل مساويا للجهد فى

حالة عدم وجود الحمل • ويستعمل هذا المولد عندما يكون الحمل قريبا من المولد ، كأن يكون فى نفس البناء •

٣ ـ فاذا قل عدد اللفات فى ملفـات التوالى أكثر من ذلك ، ينتج المولد تحت المركب ، وفى هذا النوع يكون الجهد فى حالة عدم وجود الحمل عاديا • وعندما يزداد الحمل ، يقل الجهد بصورة ملحوظة ، حتى يصبح أقل من المعتاد بحوالى ٢٠ ٪ تقريبا عند الحمل الكامل • وهذا المولد يصـلح للاستعمال ، عندما يكون من المحتمل حدوث قصر ، كما هى الحال فى آلة اللحـام •

المولدات الموصلة توصيلا متباينا : شكل ١٠ ـ ٩ يبين مولد مركب قصير بتوصيل متباين • لاحظ فى هذا الرسم أن اتجاه التيار فى ملفات التوالى عكس اتجاهه فى ملفات التوازى • تزداد شدة مجال ملفات التوالى كلما ازداد الحمل ، وتبعا لذلك تقل شدة المجال النهائية بسرعة • وعلى ذلك فالطابع الخاص هو جهـد معتاد عند عدم وجود الحمل ، ونزول الجهد بسرعة كلما ازداد الحمل •

أقطاب التوحيـد : تسـتخدم أقطاب توحيـد عموما فى كل المولدات التى ذكرناها ، وهى توصل على التوالى مع المنتج ، كما فى محـركات التيار المستمر • وقطبية أقطاب التوحيد عكسها فى حالة المحرك • والقاعدة كما يلى:

نوع القطبية فى قطب التوحيد فى مولد مثل القطب الرئيسى الذى يأتى بعده فى اتجاه الدوران • وتوصل أقطاب المجال كما هى الحال فى محركات التيار المستمر ، بحيث تنتج قطبية مختلفة فى الأقطاب المتجاورة ، وتختبر بنفس الطريقة • ويخرج من المولد ، اما ستة أسلاك أو خمسة • ويبين شكل ١٠ ـ ١٠ مولدا بقطبين وقطبى توحيد •

تحويل محرك مركب الى مولد : توصل المحركات المركبة عموما بطريقة التوازى الطويل المتشـابه • ولتحويل هذا المحرك الى مولد ، يجب تحويل التوازى الطويل الى تواز قصـير ، كما يجب عكس توصـيل طرفى ملفات التوالى • والتحويل الأول مفهوم ، وليس من الضرورى عمله ، الا اذا كان منصوصا عليه ، ولكن يجب عكس توصيل طرفى ملفات التوالى للسبب الآتى : تزود ملفات المجـال بالتيار ، فى حالة المولد ، من نهايتى المنتج • فاذا لم يعكس توصيل ملفات التوالى فى المحرك ، ينتج مولد توصيله متباين ، كما

يظهر فى شكل ١٠ ـ ١١ • والمحرك المبين فيه توازٍ قصير توخيا للبساطة ، وفى التحويل يبقى اتجاه الدوران كما هو •

تنظيم الجهد المتولد : لتنظيم الجهد المتولد ، توضع مقاومة فى دائرة ملفات التوازى ، كما هو مبين فى شكل ١٠ ـ ١٢ • وبهذه الطريقة يمكن تغيير التيار المار فى ملفات التوازى ، مما يؤدى الى تغيير شدة المجال • بمرور التيار كاملا فى ملفات المجال ، نحصل على القيمة العظمى للجهد ، وباضافة أجزاء من المقاومة ، تقل قيمة التيار ، ويقل تبعا لذلك الجهد المتولد •

كيفية قياس الجهد والتيار فى مولد

يستخدم فولتمتر لقياس الجهد وأمبير متر لقياس التيار • ويوصل الفولتمتر دائما على التوازى مع الخط ، كما هو مبين بشكل ١٠ ـ ١٣ ، فى حين يوصل الأمبير متر على التوالى مع الخط • والامبير متر ما هو الا ملليفولتمتر بمقاومة داخلية موصلة على التوازى ، والجهاز فى الحقيقة يقيس سقوط الجهد على هذه المقاومة ، ويعاير الجهاز بحيث يبين قيمة التيار المار • وغالبا ما يزود الجهاز بمقاومة توصل على التوازى من الخارج ، وفى هذه الحالة توصل كما هو مبين فى شكل ١٠ ـ ١٤ وتوصل هذه الأجهزة بنفس الطريقة كما فى المحركات ، أى ان الفولتمتر يوصل على التوازى مع الخط ، والأمبير متر يوصل على التوالى •

توصيل المولدات المركبة على التوازى معا

عندما يزيد الحمل الموجود على مولد عن طاقته ، يصبح من الضرورى ، اما تقليل الحمل ، أو توصيل مولد آخر على التوازى مع المولد الأول ، وبذلك يقسم الحمل بين الاثنين • وشكل ١٠ ـ ١٥ يبين مولدين موصلين معا على التوازى •

لتوصيل مولدين معا على التوازى ، يجب أن يكون جهداهما متساويين تماما • ويمكن تغيير الجهد بوساطة مقاومة دائرة المجال ، كما يمكن قياسه بوساطة الفولتمتر • يوصل سلكا الخط المتماثلا القطبية معا • ويجب عمل توصيلة معادلة ، وهى عبارة عن سلك يوصل ملفات التوالى فى كلا المولدين على التوازى • والسبب فى عمل هذه التوصيلة ، هو أنه اذا دار المولد ١ ، المبين على يسار الشكل ١٠ ـ ١٦ ، أسرع قليلا من المولد ٢ ، فسوف يولد

جهدا أكبر ، وعلى ذلك فسوف يمر تيــار أكبــر فى ملفات التوالى ، ممــا يؤدى الى جعــل القدرة الخــارجة من المولد ١ تزيد على القدرة الخــارجة من المولد ٢ وبذلك يزداد نصيب المولد ١ من الحمل ، ويقل نصــيب المولد ٢ • وكلما قل الحمل على المولد ٢ ، يزداد الحمــل على المولد ١ ، الى أن يأخــذ الحمــل كله ، فى حين يدور المولد كمحرك •

باستخدام التوصيلة المعــادلة ، ينقسم التيــار الزائد فى المولد ١ بين ملفات التوازى فى كل المولدين ، فيمتنع بذلك ازدياد نصيب احدهمــا من الحمل عن الآخر • ويمكن وصف هذه العملية بوضوح بالرجوع الى الدائرة المبينة على يمين شكل ١٠ ــ ١٦ • شــدة المجــال فى كل من المولدين الآن متساوية ، وبذلك يتولد جهد متساو فى كل منهما ، وتبعــا لذلك يقسم الحمل بينهما بالتساوى • ألغيت ملفــــات التوازى فى شكل ١٠ ــ ١٦ للتبسيط •

تحديد الخلل والتصليح فى مولدات التيار المستمر

اختبار مولدات التيار المستمر يشبه اختبار محركات التيار المستمر • وفيما يلى العيوب والاخطاء التى تظهر فى مولدات التيار المستمر ، ولا تظهر فى المحركات •

١ ــ اذا لم يتولد الجهد ، فقد يكون العيب :

(أ) فقد المغناطيسية المتبقاة • اذا فقدت أقطاب المجــــال المغناطيسية المتبقاة فيها ، فسوف لا يكون هناك خطوط قوى يقطعها المنتج ، وبذلك لا يتولد تيار • ولاصلاح هذه الحالة ، توصل ملفــــات وبذلك لا يتولد تيار • ولاصلاح هذه الحالة ، توصــــل ملفات التوازى مع ينبوع تيار مستمر لمدة لحظات •

(ب) كبر المقاومة الموجودة فى دائرة المجال • نظرا لأن عملية البناء فى المولد تتوقف على الزيادة المطردة فى قوة المجال ، فمن الواضح أن الجهد لا يمكن أن يزداد اذا كانت هناك مقــاومة كبــيرة فى دائرة المجال ، تمنع التيار الكافى لتقوية المجال من المرور فى ملفــات المجال • وقد تكون المقاومة العالية نتيجة لكبر مقاومة دائرة المجال ، أو وجود فى فتح ملفات المجال ، أو تفكك التوصيلات ، أو ضعف تلامس الفرش ، أو كسر فى ذيل الفرشة •

(جـ) خطأ فى توصيل ملفات المجال • المغناطيسية المتبقاةفىأقطاب المولد تنتج خطوطا للقوى تتجه من القطب الشمالى الى القطب الجنوبى ،

فاذا كان اتجاه التيار المار فى ملفات المجال خطأ ، كما هو مبين بشكل ١٠ – ١٧ ، فسوف تتولد خطوط القوى فى عكس اتجاه خطوط القوى الناتجة من المغناطيسية المتبقاة ، فتحدث عملية الغاء تؤدى الى ضعف الفيض المغناطيسى ، وهذا سوف يمنع عملية البناء فى المولد • لاصلاح هذا الخلل ، اعكس توصيل ملفات التوازى ، أو اعكس اتجاه الدوران فى المولد •

(د) خطأ فى اتجاه الدوران • ينتج عن الخطأ فى اتجاه الدوران مثل ما ينتج عن عكس قطبية الاقطاب ، وذلك لانه يؤدى الى مرور التيار فى ملفات التوازى فى الاتجاه الخطأ • ولاصلاح هذا الوضع، اعكس اتجاه الدوران ، أو بدل توصيل طرفى ملفات التوازى •

(هـ) قصر المنتج أو ملفات المجال : يؤدى حدوث قصر فى المنتج أو فى ملفات المجال الى السماح بتوليد جهد منخفض فقط • فاذا كان القصر تاما ، فسوف لا يزداد الجهد ، وسوف يتصاعد الدخان من المنتج • فاذا لم يكن هناك أى عيب آخر ، اختبر المنتج وملفات المجال للكشف عن القصورات بنفس الطريقة التى اتبعت مع محركات التيار المستمر •

٢ – اذا قل الجهد لدرجة كبيرة عند وضع الحمل على المولد ، فقد يكون العيب :

(أ) التوصيل متباين •

(ب) قصر فى المنتج •

(ج) تعدى الحمل •

٣ – اذا لم يصل الجهد الى قيمه القصوى ، فقد يكون العيب :

(أ) خطأ فى وضع الفرش • راجع وضع التعادل ، كما هو موصوف فى الباب السابع ، محركات التيار المستمر • فى حالة المولدات ذات أقطاب التوحيد ، تكون نقطة التعادل تحت منتصف قطب التوحيد بالضبط •

(ب) قصر فى ملفات المنتج أو فى ملفات المجال •

(ج) وجود مقاومة زائدة فى دائرة ملفات المجال •

(د) انخفاض سرعة المولد بدرجة كبيرة •

تضاف العيوب المبينة فيما سبق الى تلك التى نجدها عادة فى محركات التيار المستمر ، فحـدوث الشرر عند الفرش ، مثلا فى المولد ، قد يكون لنفس الأسباب التى يحدث فيها الشرر عند الفرش فى محرك التيار المستمر • لذلك يجب مراجعة الباب الخاص بمحركات التيار المستمر •

المحركات والمولدات المتزامنة

المحرك المتزامن هو محرك تيار متردد ، وفيه يدور العضو الدائر بنفس السرعة ، أو متزامنا ، مع المجال المغناطيسى الدائر الذى تنتجـه ملفـات العضو الثابت • وهذا يعنى أنه اذا كان المجال المغناطيسى لمحرك ذى أربعـة أقطاب و ٦٠ ذبذبة فى الثانية ، يدور بسرعة قدرها ١٨٠٠ لفة فى الدقيقة ، فان العضو الدائر سوف يدور أيضا بهذه السرعة •

فى المحرك التأثيرى العادى ، يدور العضو الدائر بسرعة تقل قليلا عن سرعة المجال المغناطيسى الدائر • وهـذا ضرورى لكى يمكن لخطوط قـوى المجال الدائر أن تقطع ملفات القفص السنجابى ، فيتولد فيها تيار بالتأثير • ولماكنا قد عرفنا الانزلاق بأنه الفرق فى السرعة بين لفات العضو الدائر فى الدقيقة ولفات المجال المغناطيسى ، فان الانزلاق فى المحرك المتزامن يساوى صـفرا •

تصنع المحركات المتزامنة ، من النوع المبين بشكل ١٠ ــ ١٨ ، بأحجام تختلف ما بين ٢٠ حصـانا تقريبا ، ومئات من الأحصنة ، وهى تستعمل حيث يكون من الضرورى ، أو من المرغوب فيه ، الحصول على سرعة ثابتة • وتستخدم المحركات المتزامنة الصغيرة بكثرة ، ولكنها تتكون بطريقة تختلف عن الكبيرة •

محركات متزامنة بعضو دائر ذى اثارة

تحتوى بعض المحركات المتزامنة على عضو دائر به ملفات اثارة ، تغذى بالتيار المستمر ، فى حين لا يحتاج العضو الدائر فى بعض المحركات المتزامنة الاخرى الى اثارة • ويوجد بالنوع الأول عضو ثابت وملفات ، تشبه العضو الثابت فى المحرك التأثيرى الثلاثى الوجه • ويحتوى العضو الدائر فى هـذا النوع على أقطاب مجـال بارزة ، كما هـو مبين بشكل ١٠ ــ ١٩ ، تشبه أقطاب المجال فى محرك التيار المستمر • وتوصل ملفات المجال ، التى توضع على الاقطاب ، على التوالى ببعضها ، بحيث تنتج قطبية مختلفة فى الاقطاب المتجـاورة ، ويؤخذ منها طرفان يوصـلان الى حلقتين انزلاقيتين مثبتتين

على العمود . وتغذى ملفات المجال بتيار مستمر ، للاثارة المغناطيسية ، من مولد تيار مستمر أو من بطارية . وفى كثير من المحركات المتزامنة ، يكون مولد التيار المستمر ، الذى يغذى ملفات المجال ، موجودا على نفس عمود المحرك .

يزود العضو الدائر بملفات قفص سنجابى لبدء الحركة ، لان هذا النوع من المحركات لا يستطيع بدء حركته بنفسه ، وتوضع ملفات القفص السنجابى حول العضو الدائر ، كما هى الحال فى حالة المحرك التأثيرى .

تشغيل المحرك المتزامن

عند قفل مفتاح الخط الرئيسى الموصل الى ملفات العضو الثابت فى محرك متزامن ، يتكون مجال مغناطيسى دائر ، يقطع ملفات القفص السنجابى فى أثناء دورانه ، فيمر فيها تيار منتج بالتأثير . ويتفاعل المجال المغناطيسى لملفات القفص السنجابى ، الناتج من هذا التيار ، مع مجال العضو الثابت بطريقة تؤدى الى حدوث الدوران .

يدور المحرك ثم تزداد سرعته ، حتى تصل الى قيمة تقل قليلا عن سرعة التزامن (سرعة المجال المغناطيسى الدائر) . عند ذلك تغذى ملفات المجال على العضو الدائر بالتيار المستمر ، فتتكون أقطاب مغناطيسية محددة على العضو الدائر . وتعمل هذه الاقطاب على الارتباط بأقطاب مجال العضو الثابت ، مما يؤدى الى زيادة سرعة المحرك ، حتى يصبح العضو الدائر متوافقا فى دورانه مع المجال الدائر .

عندما يستعمل المحرك المتزامن لتحسين معامل القدرة فى خط تيار متردد ، تغذى ملفات المجال بتيار اثارة زائد ، فيتسبب ذلك فى جعل المحرك يسحب تيارا كبيرا متقدما ، مما يؤدى الى تصحيح معامل القدرة التخلفى ، الذى ينتج فى الشبكة بسبب وجود محركات تأثيرية كثيرة موصله اليها ، وهى التى تسحب تيارا متخلفا كبيرا . يعوض تيار المحركات المتزامنة المتقدم تيار المحركات التأثيرية المتخلف . وتسمى الآلة ، عند استعمالها لتحسين معامل القدرة ، باسم المكثف المتزامن .

الملفـــات

يحتوى العضو الثابت فى المحرك المتزامن على مجار توضع فيها الملفات ، وكما هى الحال فى المحرك التأثيرى الثلاثى الوجه ، توصل هذه الملفات أما نجمة ، وأما دلتا ، بعدد محدد من الاقطاب . وتخرج ثلاثة أطراف من

ملفات العضو الثابت للتوصيل على الخط ، كما هو مبين فى شكل ١٠ ـ ٢٠ .

يوجد عدد من ملفات المجال يماثل عدد الاقطاب ، وهى ملفوفة بنفس الطريقة فى حالة محركات التيار المستمر . وتكون ملفات القفص السنجابى مدفونة فى قلب أقطاب المجال ، ويوصل بعضها ببعض فى كل ناحية بحلقة جانبية ، وهى تستعمل عند البدء فقط .

تتكون ملفات العضو الدائر من عدد من الاقطاب ، توصل معا على التوالى بحيث تنتج قطبية مختلفة فى الاقطاب المجاورة . ويخرج منهما طرفان يوصلان الى حلقتين انزلاقتين ، وذلك حتى يمكن عن طريقهما تغذية الملفات بالتيار المستمر ، كما هو مبين بشكل ١٠ ـ ٢١ .

محركات متزامنة ذات أعضاء دائرة بدون ملفات اثارة

يمكن صنع المحركات المتزامنة ، ذات الاعضاء الدائرة الخالية من ملفات الاثارة اما للتشغيل بوجه واحد ، أو بثلاثة أوجه . ويحتوى أحد الانواع منها على قلب للعضو الثابت يشبه العضو الثابت لمحرك ذى وجه مشطور ، أو العضو الثابت لمحرك ثلاثى الوجه ، كما يحتوى على عضو دائر ذى قفص سنجابى ، مقطوع منه أجزاء مسطحة ، كما هو مبين بشكل ١٠ ـ ٢٢ . فتنتج عن ذلك أقطاب بارزة .

وتعطى ملفات القفص السنجابى عزم الدوران الابتدائى ، الذى يوصل المحرك الى السرعة ، التى يمكن عندها أن يرتبط العضو الدائر فى دورانه مع المجال الذى ينتجه العضو الثابت . ويجب أن يكون عدد الاقطاب البارزة مساويا لعدد اقطاب العضو الثابت ، التى تولد فيها الاقطاب البارزة المغناطيسية بالتأثير . وعندما يصل المحرك الى سرعة التزامن ، تصبح ملفات القفص السنجابى عديمة الفائدة ، وانما ينتج الدوران عن ارتباط أقطاب العضو الدائر بالاقطاب المغناطيسية للعضو الثابت ، مما يؤدى الى دورانهما معا خطوة بخطوة . وتصنع أقطاب العضو الدائر فى بعض المحركات من الصلب المغطس ، وتحتفظ بمغطستها طوال الوقت .

محركات الساعات المتزامنة

المحرك المستعمل فى الساعة الكهربية هو أحد أنواع المحركات المتزامنة، التى تستعمل على نطاق واسع فى هذه الايام . وبعض هذه المحركات ذاتية

البدء ، في حين يجب ادارة بعضها الآخر باليد ، لاعطائها عزم دوران ابتدائي ٠ يتولد عزم الدوران الابتدائي في المحركات الذاتية البدء بوساطة أقطـــاب مظللة (مبينة في شكل ١٠ ـ ٢٣) ، كما هي الحال في المحركات ذات الاقطاب المظللة ٠ وتحتوى هذه المحركات عادة على قطبين بارزين ، ويجب لذلك أن تدور ٣٦٠٠ لفة في الدقيقة ٠ ومع ذلك فقد يبنى العضـــو الدائر بحيث يحتوى على عدد من الاقطاب البارزة يتراوح بين ٨ و ١٦ ، او أكثر ، الى جانب وجود ملفات القفص السنجابي ٠ ويبين شكل ١٠ ـ ٢٤ عضوا دائرا يحتوى على اثنى عشر قطبا بارزا ٠ يبدأ المحرك دورانه عند وضع مفتـــاح الساعة ، اذ يتكون عند ذلك مجال مغناطيسي دائر ، يقطع ملفـات القفص السنجابي ، ويتسبب في دوران العضو الدائر ٠ وعندما يصل العضو الدائر في دورانه الى سرعة التزامن (٦٠٠ لفة في الدقيقة ، لمحرك ذي اثنى عشر قطبا) ، تكون أقطاب العضو الدائر ، التي تمغنطست بتأثير أقطـــاب المجال الدائر ، قد ارتبطت في دورانها مع أقطاب المجال الدائر ، فأصبحت تدور معها بسرعة التزامن ٠

وفي نوع آخر لمحركات الساعات ، يتكون العضو الدائر من عدة رقائق قد قطعت على حوافها الخارجية بطريقة تؤدى الى انتاج أقطاب بارزة ، كمـا هو مبين بشكل ١٠ ـ ٢٥ ٠ ويتكون العضو الثابت من اطار ذي قطبين ، ويحتوى على ملف أو ملفين لانتاج المجال المغناطيسي ، ويقطع جزءا القطبين أيضا بحيث يتكون فيهما أقطاب بارزة بنفس مقاس أقطاب العضو الدائر ٠

لا تحتوى هذه المحركات على أقطاب مظللة ، ولذلك فهي ليست ذاتية البدء ٠ عند توصيل الساعة الى مصـــدر التيـــار ، ينشأ مجال مغناطيسي متردد ، ويقطع أقطاب العضو الدائر ، فتتمغنطس ، ولكن لا ينتج عنه عـزم دوران ابتدائي ٠ وعلى كل حال ، فان العضو الدائر اذا أدير مبدئيا باليد ، فسوف تجذب أقطابه الى أقطاب العضو الثابت وترتبط بها ، مما يؤدى الى دوران المحرك بسرعة التزامن ٠ وتتحدد السرعة بوساطة عدد أقطاب العضو الثابت ، وهي تتراوح بين ٤٥٠ لفة في الدقيقة ، عندما يكون عدد الاقطاب ١٦ وترددات التيار ٦٠ ذبذبة ، ٢٢٥ لفة في الدقيقة ، عندما يكـــون عـــدد الاقطاب ٣٢ ، ويبين شـــكل ١٠ ـ ٢٥ محرك ساعة متزامنا يحتوى على ٣٢ قطبا ٠ توجد أنواع أخرى من المحركات المتزامنة ، ولكنهـا عموما تشـــبه المحركات التي سبق شرحها ٠

متاعب محركات الساعات المتزامنة

تكون المتاعب التي تقابلها في محركات الساعات عادة ، هي الحاجة الى التزييت ، وتآكل الكراسي • وغالبا ما يؤدى وضع بضع نقط من الزيت فى كرسيى العضو الدائر الى تشغيل الساعة ، ولكن اذا كان الكرسيان متآكلين ، فقد تشغل الساعة لفترة قصيرة بهذا العلاج • فاذا كانت الكراسى متآكلة ، يجب الاستعانة بصانع ساعات لاستبدالها بأخرى جديدة • واذا كانت الملفات مفتوحة أو محترقة ، فمن الضرورى استبدالها • واعادة اللف فى هذه الحالة يكون صعبا وغالى التكاليف •

المولدات المتزامنة :

يشبه المولد المتزامن فى تكوينه المحرك المتزامن ذا ملفات الاثارة ، فهو يتكون من عضو ثابت يحتوى على ملفات ثلاثية الوجه ، وعضو دائر ذى أقطاب بارزة ، تثار فيها المغناطيسية بوساطة تيار مستمر • ويتوقف وجود ملفات قفص سنجابى به ، أو عدم وجودها ، على طبيعة العمل الذى يؤديه المولد •

وكما هى الحال مع مولدات التيار المستمر ، يمكن ادارة المولد المتزامن بوساطة محرك ، أو توربينة بخارية ، أو عجلة مائية ، أو آلة ديزل • تخرج ثلاثة أسلاك من ملفات العضو الثابت ، التى توصل عادة نجمة • وقد يخرج سلك رابع من نقطة النجمة ، ويستعمل كسلك أرض ، فى أغراض الاضاءة •

عند التشغيل ، يدار المولد حتى يصل الى سرعته المعتادة ، ثم تغذى ملفات المجال بالتيار المستمر تدريجيا • وبدوران أقطاب العضو الدائر ، تقطع خطوط القوى المغناطيسية ملفات العضو الثابت ، فتنتج فيها تيارا بالتأثير • فاذا كانت الملفات موصلة ثلاثية الوجه ، فسوف يتولد تيار ثلاثى الوجه • وللتشغيل على وجه واحد ، يستخدم سلكان فقط من الأسلاك الثلاثة ، أو عندما يكون موصلا نجمة ، يستخدم سلك واحد مع السلك الخارج من نقطة النجمة • عند الرغبة فى التشغيل على وجهين ، يصبح من اللازم عمل تحويل من ثلاثة أوجه الى وجهين ، أو استخدام مولد بوجهين •

يبين شكل ١٠ ـ ٢٦ رسما لمولد تيار متردد ، ويطلق عليه أيضا اسم المردد • لاحظ أنه يشبه دائرة المحرك المتزامن المبين فى شكل ١٠ ـ ٢١ •

لما كان تردد التيار فى المردد يتوقف على السرعة وعدد الاقطاب فى الآلة . فمن الواضح أن تغيير جهد الاثارة سوف لا يكون له تأثير على التردد ، على الرغم من أن قيمة الجهد المتولد سوف تتأثر بمقدار جهد الاثارة . ويتغير مقدار الجهد المتولد بتغيير الحمل ، ولحفظ قيمة الجهد ثابتة ، لابد من تغيير جهد الاثارة يدويا ، أو باستخدام منظم آلى للجهد .

المرددات على التوازى :

يجب توافر عدة شروط معينة حتى يمكن تشغيل المرددات على التوازى معـــا .

١ ـ يجب أن يكون الجهـد المعطى فى كل من المترددين متساويا . وكذلك يجب أن يكون تردد التيار فيهما متساويا . فاذا أردت تشغيـــل مرددين معا على التوازى ، اضبط قيمة متساوية للجهـد فى كل منهما ، ذلك بتغيير جهد الاثارة فى كل من مولدى التيـار المستمر ، اللذين يغذيان ملفات المجال فى كل من المرددين . وكذلك اضبط التردد فى كل من المرددين بتغيير سرعة الآلة التى تحركه .

٢ ـ يجب تزامن القطبية فى المرددات ، ويطلق على هذه العملية « عملية التزامن » فى المرددات ، وتؤدى على الوجه الآتى : لنفرض أنه يراد عمـل التزامن بين المحرك أ ، والمحرك ب ، كما فى شكل ١٠ ـ ٢٧ . وصـــل ثلاث مجموعات من المصابيح بين أطراف مفتاح التوازى ، كما هو مبين فى الرسم . فاذا كان كل من المرددين يدور بالسرعة المطلوبة ، ويولد الجهـد المضبوط ، يجب أن تضىء كل مجموعات المصابيح وتنطفىء فى نفس الوقت ، مما يعنى أن المرددين متزامنان بانضبط ، وتسمى الطريقة « الاظلام التام » . يقفل المفتاح ذو الثلاثة أقطاب عندما تكون المصابيح كلها مظلمة . واذا حدث أن كل مجموعة من المصابيح تضىء وتنطفىء بالتتابع ، كان هـــذا يعنى ان الآلتين غير متزامنتين . والعلاج فى هذه الحالة يكون بتبديل توصيـــل أى طرفين من أطراف المردد ب عند مفتاح التوازى .

وتوجد طريقة أخرى لعملية التزامن ، وتستخدم فيها ثلاث مجموعات من المصابيح ، موصة كما فى شكل ١٠ ـ ٢٨ . وتعرف هذه الطريقة باسم واحدة مظلمة ، واثنتان مضيئتان ، وهى مفضلة الاستعمال فى عملية التزامن عن طريقة الاظلام التـام . وفى هـذه الطريقة يدار المولدان ، ويظـل مفتاح التزامن مفتوحا حتى تصبح مجموعة من المصابيح مظلمـة ، والمجموعتان الاخريان مضيئتين ، ثم يقذف المفتاح لقفل الدائرة .

السينكروات

السينكرو هو آلة صغيرة دوارة ، تشبه المردد المتزامن ٠ ولكن ، بينهما تغذى ملفات المجال فى المتردد المتزامن بالتيار المستمر ، يغذى تيار المجال فى السينكرو بوساطة التيار المتردد ٠ وتحتوى كل من الآلتين على ملفات ثلاثية الوجه ٠ ولا تستخدم السينكروات كمحركات ، لذلك لا تعطى قدرتها بالحصان ، وانما يذكر عزم الدوران الذى تولده ، ويعبر عنه عادة بالبوصة ـ أوقية ٠ ويستخدم السينكرو فى اعطاء الاشارة ، أو التنظيم من مكان بعيد ، ويجب أن يرافقه فى الاستعمال سينكرو آخر أو أكثر ٠ فعندما تدور احدى الآلتين ، وهى جهاز الارسال ، تدور الآلة الأخرى ، وهى جهاز الاستقبال ، بنفس المقدار ، سواء أكان جهاز الارسال قد دار دورة كاملة ، أم بمقدار درجة واحدة فقط ٠

تكوين السينكرو :

توجد أنواع عديدة من السينكروات ٠ ويتكون النوع العادى من عضو ثابت ، مبين بشكل ١٠ ــ ٢٩ ٠ العضو الثابت يشبه مثيله فى المحرك المشطور الوجه ، والمحرك التأثيرى الثلاثى الوجه ٠ ويحتوى العضو الثابت على ملفات ثلاثية الوجه ، موصلة نجمة ، وموضوعة فى المجارى ٠ يخرج من العضو الثابت ثلاثة أسلاك للتوصيل مع سينكرو آخر ٠ ويتكون العضو الدائر عادة من قلب يحتوى على قطبين بارزين ، كما هو مبين بشكل ١٠ ــ ٣٠ ٠ وعلى القطبين يوجد ملفان ، يوصلان بحيث تنتج قطبية مختلفة فيهما ٠ ويوصل طرفان من الملفين الى حلقتين انزلاقيتين ، تتلامس معهما فرشتان موصلتان الى تيار متردد ٠ وتصمم السينكروات أيضا بملفات ثلاثية الوجه على العضو الدائر ، وملفات موزعة ذات قطبين على العضو الثابت ٠ تستعمل كراسى بلى للتخلص من الحركة المحورية ، ولاعطاء تشغيل فى منتهى اليسر ٠

طريقة عمل السينكرو

يمكن اعتبار كل سينكرو على أنه محول ، تقوم ملفات المجال مقام الملف الابتدائى ، وتوصل الى منبع تيار متردد ، فى حين تقوم الملفات الثلاثية الوجه فى العضو الثابت مقام الملف الثانوى ٠ ولما كان العضو الثابت للسينكرو يحتوى على ثلاثة أوجه ، فسوف يتولد جهد تأثيرى فى كل

منها . وتختلف هذه الجهود بعضها عن بعض ، ويتوقف مقدار الاختلاف على وضع العضو الدائر بالنسبة الى العضو الثابت . فاذا أدير العضو الدائر باليد ببطء ، فسوف تتولد جهود مختلفة بالتأثير فى الملفات الثلاثية الوجه . يبين شكل ١٠ ــ ٣١ رسما لآلة السينكرو . ويخرج من الآلة خمسة أطراف ، ثلاثة من الملفات الثلاثية الوجه ، واثنان من ملفات العضو الدائر . لاحظ أن ملفات العضو الدائر تغذى بتيار متردد على جهد قدره ١٢٠ فولت .

يوضع السينكرو عند مكان الارسال ، كمولد أو جهاز ارسال ، ويشغل الآخر عند مكان الاستقبال كجهاز للاستقبال . وتوصل الآلتان بالطريقة المبينة فى شكل ١٠ ــ ٣٢ . لاحظ أن الملفات الثلاثية الوجه موصلة معا ، وأن الملفات الابتدائية موصلة معا على التوازى مع نفس منبع تيار الاثارة .

اذا كان وضع العضو الدائر فى كل من جهازى الارسال والاستقبال واحدا ، فسوف يكون الجهد المتولد فى كل وجهين متناظرين فى الآلتين متساويا . ولما كان كل وجهين متناظرين موصلين معا ، فسوف يكون الجهدان المتولدان فيهما فى اتجاهين متضادين ، فلا يمر أى تيار فيهما .

اذا حرك العضو الدائر لجهاز الارسال عن وضعه الاول ، فسوف يكون الجهدان المتولدان متضادين فى الاتجاه ، ولكنهما غير متساويين ، كما فى شكل ١٠ ــ ٣٣ ، وتبعا لذلك يمر تيار من أحد العضوين الثابتين الى الآخر . وسوف يعمل هذا التيار على توليد عزم دوران فى جهاز الاستقبال ، فيدور العضو الدائر فيه ، حتى يصبح فى وضع مناظر لوضع العضو الدائر فى جهاز الارسال . وعندما يصبح العضوان الدائران فى وضعين متشابهين ، فسوف لا يمر أى تيار فى العضوين الثابتين ، مما يؤدى الى توقف العضو الدائر فى جهاز الاستقبال عن الدوران .

اذا دار جهاز الاستقبال فى عكس اتجاه جهاز الارسال ، يجب عكس توصيل سلكين فى الملفات الثلاثية الوجه . ومن المهم توصيل الملفات الابتدائية لكل من الآلتين الى نفس منبع التيار ، والا فسوف لا تعمل الآلتان على الوجه المضبوط .

تنظيم تشغيل المحركات الكترونيا

يتبين من الابواب السابقة فى هذا الكتاب ، انه من الضرورى تنظيم تشغيل المحركات ، أى أنه يجب أن يتيسر بدء حركة المحرك ، وايقافه ، ومتابعته ، وعكس اتجاه دورانه ، كما أنه يجب أن يكون من المستطاع تغيير سرعته فى حدود معينة .

وتصمم أجهزة التنظيم اللازم لتأدية هذه العمليات المختلفة فى محركات التيار المستمر ، بحيث تغير قيمة أو اتجاه التيار المار فى دائرة مجال المحرك أو منتجه ٠ ويظهر من الباب السابع ، تنظيم تشغيل محـركات التيـار المستمر ، أن انجاز هذه العمليات يكون أساسا باستعمال مقاومات ومفاتيح وملفات ٠

ومن الممكن تنظيم تشغيل المحركات ، ليس فقط بأجهزة تعمل على أسس كهربية ميكانيكية ، أو كهربية مغناطيسية ، وإنما تعمل أيضا على أسس الكترونية ، وذلك بوساطة صمامات ألكترونية مفرغة ، أو ممتلئة بالغـاز ٠ فيمكن اعداد بعض الاجهزة الالكترونية لكى تشغل متمما ، ويعمل هـذا المتمم بدوره على تنظيم تشغيل المحرك ٠ وتؤثر بعض الاجهزة الالكترونية الاخرى على قيمة واتجاه التيار المار فى دائرة المحرك ، فيؤدى ذلك الى التأثير فى عمل المحرك نفسه ٠ وقبل شرح الطريقة التى يمكن بواسطتها أن ينظم جهاز الكترونى تشغيل محرك ، يجب أن يكون القارىء على معرفة ببعض أنواع الصمامات الالكترونية التى سوف تقابله فى هذا المجال ٠

نظرية الصمام الالكترونى

الصمام الالكترونى هو الأساس فى جميع الأجهزة التى تستخدم فى التنظيم الالكترونى ٠ وهو مثل الأجهزة التى تستخدم فى المذياع ، يتكون من غلاف زجاجى أو معدنى ، يحتوى على عـدة أقطاب ٠ وابسط أنواع الصمامات هو الصمام الثنائى ، وهـو يحتوى على قطبين ، المصعـد (أو الأنود) ، والمهبط (أو الكاثود) ٠ وشكل ١٠ ــ ٣٤ يبين الرمز الذى يستخدم للتعبير عن وجود هذا الصمام ٠

ويتوقف تشغيل الصمام الالكترونى على خروج الكترونات من المهبط ، الذى يتكون بطريقة تجعله قادرا على أن يصبح مصدرا للالكترونات عنـد تسخينه ٠ ويعمل التسخين على تيسير خروج الالكترونات ، كما يظهر فى شكل ١٠ ــ ٣٥ ٠ ويصنع المهبط فى بعض الصمامات كما يصنع فتيـل المصابيح الكهربية ، مع كسائه بطبقة من مادة ذات قابلية لاطلاق عدد كبير من الالكترونات عند تسخين الفتيـل ، وتكون عادة أوكسيد الباريوم ٠ وسوف يتوقف الصمام عن العمل ، بعد أن تتبخر طبقة الأوكسيد بالاستعمال الطويل ٠

تحتوى بعض الصمامات على مهبط يسخن بطريق غير مباشر ٠ يتكون المهبط فى هذه الصمامات من غلاف يحيط بالفتيل ، الذى يستخدم للتسخين

فقط فى هذه الحالة ٠ شكل ١٠ ـ ٣٦ يبين الرمز المستعمل للتعبير عن هذا النوع ٠

ويجب جمع الالكترونات التى تنطلق من المهبط ، لكى تكون نافعة ، والا فانها سوف تتكاثر فقط فى الفراغ المحيط بالمهبط ، أو تعود اليه ٠ وسوف يمكن جمع الالكترونات بوساطة المصبغة ، أو اللوح ، لو وجدت عليه شحنة موجبة ، كما هو مبين بشكل ١٠ ـ ٣٧ ٠ ويوصل المصعد الى القطب الموجب البطارية ، فيؤدى ذلك الى تحرك الالكترونات بسرعة اليه ، ويمر تيار فى الفراغ الموجود بين المصعد والمهبط ٠

وفيما يلى طريقة عمل هذه الدائرة : يغذى الفتيل بالتيار من الملف الثانوى لمحول ، فيؤدى ذلك الى تسخين المهبط واطلاقه الكترونات ٠ يوصل المصعد مع القطب الموجب ببطارية ، فتنجذب الالكترونات اليه ٠ وبذلك تتكون دائرة بوساطة الالكترونات من المهبط الى المصعد ، وخلال جهاز القياس الى القطب الموجب للبطارية ، ثم خلال البطارية راجعة الى المهبط ٠ (لاحظ أن مرور الالكترونات يكون فى الحقيقة من السالب الى الموجب ، بدلا من الطريقة المتفق عليها من الموجب الى السالب) ٠ واذا عكس توصيل البطارية ، كما هو مبين بشكل ١٠ ـ ٣٨ ، أى انه اذا وصل القطب السالب للبطارية مع المصعد ، فسوف تطرد الالكترونات بوساطة اللوح ، فلا يمر تيار ٠ فالالكترونات تمر من المهبط الى المصعد ، اذا كان هذا الأخير موجبا فقط ٠

توحيد نصف موجة

تنحصر الميزة الرئيسية للصمام الثنائى فى قدرته على تحويل التيار المتردد الى تيار مستمر متغير القيمة ٠ فاذا كان المصعد موجبا نصف الوقت ، وسالبا فى النصف الثانى من الوقت ، فسوف يمر عندما يكون المصعد موجبا ، ويتوقف مروره عندما يكون المصعد سالبا ٠ اذا وصل تيار متردد الى المصعد يحدث هذا بالضبط ، وهذه النقطة مبينة فى شكل ١٠ ـ ٣٩ ، وهو يشبه الشكل السابق ، فيما عدا أن البطارية قد استبدلت بالملف الثانوى لمحول ٠ ويعمل الصمام الآن كموحد ، أى انه يسمح للتيار بالمرور فى اتجاه واحد فقط ، فيوحد اتجاه التيار المتردد ويجعله تيارا مستمرا ٠

يبين شكل ١٠ ـ ٤٠ كيف ينتج الصمام الثنائى تيارا مستمرا ٠ (ألغيت دائرة التسخين توخيا للبساطة) ٠ تنجذب الالكترونات الى المصعد فى أثناء نصف الموجة التى يكون فيها موجبا ٠ وفى هذا الوقت تكون

الناحية الثانية من الملف الثانوى سالبة وبهذا تكمل الدائرة من المهبط الى المصعد ، خلال ملف المحول ، وخلال الحمل ، ثم ترجع ثانية الى المهبط السالب • وفى النصف الثانى المعكوس من الموجة يصبح المصعد سالبا ، فيطرد الالكترونات ، ويمنع التيار من المرور • وبذلك ينتج هذا الصمام تيار موحد نصف الموجة ، وبعبارة أخرى يمر التيار خلال نصف الموجة ، ويتوقف مروره خلال النصف الثانى من الموجة • ويعرف هذا بأنه تيار متغير القيمة ، وهو مبين بشكل ١٠ ــ ٤١ •

توحيد موجة كاملة :

التيار المتغير القيمةفى نصفموجة ، يكون نافعا فى كثير من الاستعمالات، ومع ذلك يمكن تحسينه باضافة توحيد نصف الموجة الآخر للحصول على توحيد موجة كاملة • شكل ١٠ ــ ٤٢ يبين دائرة لتوحيد موجة كاملة • الصمامات الثنائيات أ ، ب ، هما موحدا نصف موجة ، وموصلان بحيث يكون مهبط (ب) سالبا ، عندما يكون مهبط (أ) موجبا ، وبالعكس • وبذلك يمر التيار فى الدائرة عن طريق (أ) أثناء أحد نصفى موجة التيار المتردد ، ويمر التيار فى الدائرة عن طريق (ب) أثناء النصف الآخر من موجة التيار المتردد • يمر التيار فى الحمل فى نفس الاتجاه اذن خلال نصفى الموجة • والتوحيد الكامل للموجة ، يعطى تغييرا أقل فى قيمة التيار مما يعطى توحيد نصف الموجة ، كما هو مبين بالمنحنيات فى شكل ١٠ ــ ٤٣ • ويمكن استعمال صمام واحد بدلا من صمامين ، على أن يحتوى على مصعدين فى نفس الغلاف ، كما هو مبين فى شكل ١٠ ــ ٤٤ •

الصمامات الممتلئة بالغاز :

الصمامات التى جاء ذكرها حتى الآن كلها من النوع المفرغ ، وهى مصممة على أساس تيار صغير نسبيا • وتحتوى الصمامات ، المصممة للتيارات الكبير ، على كمية صغيرة من غاز خامل عادة ، مثل الأرجون ، أو النيون ، أو بخار الزئبق • ويؤدى استعمال الغاز الى جعل الصمام أكثر قدرة على تحمل تيار الكترونى كبير • والرمز المستعمل للتعبير عن الصمام الممتلىء بالغاز هو نفسه الذى يستعمل فى حالة الصمام المفرغ ، مع اضافة نقطة ، اشارة الى وجود الغاز ، كما هو مبين بشكل ١٠ ــ ٤٥ •

نظرا لان المهبط فى الصمام الممتلىء بالغاز مصمم على أساس أن يعطى الكترونات أكثر من الصمام المفرغ ، فهو يصنع من معدن سميك ، يأخذ

حوالى دقيقة لكى يسخن · لذلك تزود الأجهزة التى من هـذا النوع عادة بدائرة تأخير زمنى ، لا تسمح بتوصيل الجهد الى المصعد ، قبل أن يكون المهبط قد سخن الى الحد المناسب ·

تستخدم صمامات التوحيد المتلئة بالغـاز ، الصغيرة والمتوسطة الحجم ، لشحن البطاريات ، بينما تستخدم موحدات بخار الزئبق الكبيرة لانتاج التيار المستمر اللازم لتشغيل المحركات · وبالاضافة الى أن هـذه الصمامات تسمح بمرور تيارات كبيرة ، فانها تمتاز على الصمامات المفرغة بأن سقوط الجهد فيها ثابت ، مما يؤدى الى تحسن كبير فى تنظيم الجهد الناتج ·

وفى استعمال بسيط للصمام الثنائى المتلىء بالغاز ، يمكن تشغيل محرك تيار مستمر من خط تيار متردد ، كما هو مبين فى شكل ١٠ ــ ٤٦ · ويحول التيار المتردد فى هذه الدائرة الى تيار مستمر على الموجة باكملها ، ثم يستعمل هذا لتغذية محرك التيار المستمر · ويمكن استخدام مقاومة فى دائرة ملفات مجال المحرك لتغيير سرعته · وبهذه التوصيلة يمكن الحصول على مميزات محرك التيار المستمر المتغير السرعة ، وذلك بدون وجود خط للتيار المستمر ·

الصمام الثلاثى .

لتنظيم قيمة التيار الذى يتحكم فيه الصمام ، يوضـع قطب ثالث ، يسمى الشبكة ، بين المهبط والمصعد · ويوصف الصمام بأنه ثلاثى فى هذه الحالة لأن به ثلاثة أقطاب · شكل ١٠ ــ ٤٧ يبين رمز هـذا الصمام · ولا يحسب الفتيل ضمن الاقطاب اذا استعمل لتسخين المهبط فقط ·

وتتكون الشبكة من سياج من السلك يحيط بالمهبط ، ويكون وضعها بين المهبط والمصعد ، وهى كما يظهر من اسمها عبارة عن شبكة فى تكوينها ، بحيث يمكن للالكترونات ، الخارجة من المهبط ، أن تمر منها بسهولة وتصل الى المصعد · ومع ذلك ، فانه اذا أمكن وضع جهد سالب كبير على الشبكة ، كما يظهر فى شكل ١٠ ــ ٤٨ ، فان الالكترونات التى تخرج من المهبط تطرد بوساطة الشبكة ، فلا تمر منها ، ولا تصل الى المصعد · فعلى الرغم من أن المصعد موجب ، الا أنه لا تصل اليه أى الكترونات ، لان الشبكة تطردهـا كلها · وقيمة جهد الشبكة اللازم لخفض تيار اللوح الى صفر تتوقف على قيمة الجهد الموجود على المصعد ، فكلما زاد جهد المصعد ، ازداد جهـد الشبكة اللازم لخفض التيار الى صفر ·

وكلما قل جهد الشبكة ، أو الحجز كما يطلق عليه ، يزداد عدد الالكترونات التى تصل الى المصعد • فكلما قل حجز الشبكة اذا ، ازداد التيار فى دائرة المصعد • ويمكن تنظيم ذلك ، كما يظهر فى شكل ١٠ ـ ٤٩ بتوصيل مقاومة تقسيم على التوازى مع بطارية حجز الشبكة ، وتغيير جهد الشبكة بوساطة نقطة تلامس متحركة على المقاومة • وقيمة الصمام الثلاثى فى أن جهدا صغيرا نسبيا بين الشبكة والمهبط له نفس التأثير على التيار فى دائرة المصعد ، الذى ينتج من وجود جهد كبير بين المصعد والمهبط • فالصمام الثلاثى يستخدم اذا كمكبر •

الثيراترون :

الثيراترون هو صمام ثلاثى ممتلىء بالغاز ، ويختلف فى طريقة تشغيله اختلافا كبيرا عن الصمام الثلاثى المفرغ • فكما سبق أن شرحنا ، يسمح الصمام الممتلىء بالغاز بمرور تيار أكبر مما يسمح به الصمام المفرغ • ولما كان الغاز يملأ الصمام ، فمن الواضح أن الالكترونات التى تخرج من المهبط تصطدم ، وهى فى طريقها الى المصعد ، بذرات الغاز المتعادلة • ويتسبب هذا التصادم فى اخراج الكترون أو أكثر من كل درة ، فتكون النتيجة أن يصبح تيار الالكترونات متكونا من تلك التى يقذفها المهبط مع الالكترونات التى تخرج من ذرات الغاز • والعملية التى تفقد فيها ذرات الغاز الكترونا او أكثر من كل منها ، تسمى بعملية التأين •

وفى نفس الوقت تصبح الذرات التى فقدت بعض الكتروناتها موجبة التكهرب (الذرات المشحونة تسمى أيونات) ، فتنجذب الى المهبط السالب • وتمنع ملايين الالكترونات التى تحيط بالمهبط ، على شكل « شحنة فراغية » ، تمنع الالكترونات الأخرى من الوصول الى المصعد • وفى حالة وجود الغاز فى الصمام تتعادل الكترونات الشحنة الفراغية مع الايونات الموجبة مما يسمح بمرور عدد أكبر من الالكترونات الى المصعد ، وزيادة قيمة التيار •

ويتغير تيار المصعد ، فى الصمام المفرغ ، بتغيير جهد الشبكة • أما فى الثيراترون ، فلا يمر أى تيار فى المصعد ، قبل أن يصبح حجز الشبكة مناسبا ، لذلك تسمى الشبكة أيضا القطب البادىء • فاذا كانت الشبكة ذات جهد سالب ، فانها سوف تطرد الالكترونات ، فلا يمر أى تيار • وكلما قل الجهد السالب على الشبكة ، مع وجود جهد مناسب على المهبط ، فسوف يأتى وقت تستطيع فيه الالكترونات أن تمر الى المصعد فيمر التيار فى دائرة المهبط والمصعد • فاذا بدأ التيار فى المرور ، مسببا التأين

فى الغاز ، فسوف يستمر مروره ، مهما ازداد الجهد السالب على الشبكة . والطريقة الوحيدة لوقف مرور التيار فى صمام ممتلىء بالغاز هى تقليل جهد المصعد الى الصفر ، أو فتح دائرة المصعد ، كما هو مبين بشكل ١٠ ــ ٥٠ . وبسبب هذه الخاصية يسمى الثيراترون الصمام ذا الزناد .

تشغيل الثيراترون على التيار المتردد :

اذا وصل مصعد الثيراترون على تيار متردد كما هو مبين بشكل ١٠ ــ ٥١ ، فسوف يتوقف مرور التيار آنيا فى أثناء نصف الموجة السالب . وبمجرد أن يتوقف مرور التيار فى الصمام ، يستعيد القطب البادىء مقدرته على التحكم فى مرور التيار . والثيراترون فى هذه الدائرة يشبه صمام توحيد نصف الموجة ، فيما عدا أن الصمام لايمكن أن يبدأ فى أداء مهمته ، الا بعد أن يصبح الجهد على الشبكة ذا قيمة مناسبة . وهذا يعنى أنه يمكن التحكم فى التيار فى أقل من نصف الموجة ، كما هو واضح من المنحنى الذى يمثل التيار مع الزمن فى شكل ١٠ ــ ٥٢ .

ومع هذا النوع من التنظيم بالقطب البادىء ، لا يمكن أن يمر التيار فى أقل من ربع الموجة ، وذلك لان الصمام اذا لم يبدأ امرار التيار قبل أن يصل الجهد على المصعد الى قيمته القصوى ، فلن يسمح للتيار بالمرور بعد ذلك على الاطلاق .

التنظيم بوساطة نقل الوجه :

بتوصيل القطب البادىء مع منبع تيار متردد ، يصبح من الممكن تنظيم تشغيل صمام الثيراترون ، بحيث يبدأ فى السماح للتيار بالمرور عند أى نقطة مطلوبة على نصف الموجة . وبذلك يمكن تنظيم التيار المار فى الصمام بدقة أكثر من تلك التى نحصل عليها مع الدائرة المبينة فى شكل ١٠ ــ ٥١ . ويطلق على ذلك التنظيم بنقل الوجه ، وهو مهم ، وعلى الأخص عند استعماله للتوقيت فى عمليات اللحام ، وفى تنظيم سرعة محركات التيار المستمر .

تشغيل محرك تيار مستمر على تيار متردد باستخدام صمامات الثيراترون :

كما يظهر من الدائرة المبينة بشكل ١٠ ــ ٥٣ ، يمكن تشغيل محرك تيار مستمر صغير باستخدام صمام الثيراترون . ومع عمل بعض اضافات قليلة فى الدائرة ، يمكن استخدامها فى تشغيل محركات كبيرة . عند قفل

المفتاح س ، يعمل التيار المار فى المقاومة ر٢ على تزويد الشبكة بالجهد الموجب ، مما يؤدى الى جعل الصمام موصلا للتيار • تستخدم المقاومة ر١ لمنع تشغيل الصمام ، عندما يكون المفتاح س مفتوحا ، كما أن قيمة ر١ تحدد السرعة التى يدور بها المحرك ، عند قفل س • عندما يصبح الصمام موصلا للتيار ، يمر تيار مستمر متغير القيمة فى المنتج • وتغذى ملفات المجال بتيار الاثارة عن طريق صمام توحيد الموجة الكاملة المنفصل ، المبين فى الرسم •

تنظيم السرعة فى محرك التيار المستمر

الدائرة المبينة فى شكل ١٠ ــ ٥٤ تشبه تلك التى فى شكل ١٠ ــ ٥٣، وتشتمل على معاوقة متغيرة ، ومقاومة متغيرة ، وذلك لتنظيم سرعة المحرك • وتستخدم المعاوقة المتغيرة لنقل وجه جهد شبكة الثيراترون ، حتى يمكن وقف توصيل التيار خلال الصمام • فبتغيير قيمة المعاوقة ، يمكن نقل وجه جهد الشبكة ، بحيث يوصل الصمام التيار أثناء أى جزء من نصف الموجة• فاذا حدث التوصيل خلال جزء صغير فقط من نصف الموجة ، نتجت سرعة صغيرة • واذا حدث التوصيل خلال الجزء الأكبر من نصف الموجة ، نحصل على سرعة أعلى • ويمكن للمقاومة المتغيرة أن تعمل على تغيير حدود السرعة أيضا ، وهذا يتوقف على قيمة المعاوقة المستعملة • تستعمل فى حالة المحركات الكبيرة تنظيمات وانابيب كثيرة مختلفة ، بحيث تصبح الدوائر معقدة جدا •

عكس اتجاه الدوران فى محرك تيار مستمر باستخدام صمامى ثيراترون

يمكن عكس اتجاه الدوران فى محرك تيار مستمر باستخدام صمامى ثيراترون ومفتاح بقطب واحد ذى ناحيتين • شكل ١٠ ــ ٥٥ يبين رسما لتوصيل هذه الدوائر ، ويشبه هذا الرسم ماسبقه من الرسومات ، ويحتوى على ثيراترون واحد • اذا كان المفتاح فى وضع الأمام ، فسوف يدور المحرك فى اتجاه عقربى الساعة ، واذا كان المفتاح فى وضع العكس ، فسوف يكون الصمام الثانى هو الموصل ، فيمر التيار فى المنتج فى الاتجاه العكسى ، ويتسبب فى عكس اتجاه دوران المحرك • واذا عكس وضع المفتاح بسرعة كبيرة ، فسوف يقف المحرك بسرعة • وفى كل الدوائر التى تشتمل على صمامات الثيراترون يتسبب فتح فى دوائر الشبكة فى وقف المحرك •

الصمام الضوئى

الصمام الضوئى هو أساس كثير من التنظيمات الالكترونية ، وهو جهاز يتجاوب مع الضوء • هذا الصمام ثنائى أساسا ، وهو يحتوى ، مثل كل الصمامات الثنائية على قطبين ، مصعد ومهبط كما هو مبين بشكل ١٠ ــ ٥٦ • ويمر التيار عندما يكون المصعد موجبا بالنسبة للمهبط ، على شرط أن يكون المهبط مضاء •

فى صمامات التوحيد التى سبق شرحها ، تخرج الالكترونات من المهبط بعد تسخينه ، أما فى الصمام الضوئى ، فتخرج الالكترونات مع المهبط اذا وقع عليه ضوء • لذلك يوجد شرطان لتشغيل الصمام الضوئى : أن يكون المصعد موجبا ، وأن يقع الضوء على المهبط • وكلما زاد الضوء الواقع على مهبط الصمام الضوئى ، زاد التيار المار فى الصمام • ولكن أحسن شىء أن يكون هذا التيار صغيرا ، حوالى عشرين جزءا من مليون جزء من الأمبير ، وهو صغير لدرجة لا يمكن معها أن يعمل أى شغل ، وانما يجب استخدامه مع صمام ثلاثى مكبر ، لكى يقفل متمما ، وهذا بدوره يمكنه أن يبدأ أو يوقف محركا •

يبين شكل ١٠ ــ ٥٧ دائرة توضح كيف يعمل الصمام الضوئى على تشغيل متمم بسيط • عندما لا يسقط أى ضوء على الصمام الضوئى ، فانه لا يوصل التيار • ويصبح الجهد الكامل للبطارية ج موصلا على الشبكة س فى الصمام المفرغ • وبذلك لا يمر التيار بين المهبط والمصعد فى هذا الصمام • ولما كان المتمم فى دائرة المهبط والمصعد ، فانه سوف لا يتمغطس •

عندما يسقط الضوء على الصمام مهبط الضوئى ، تخرج منه الالكترونات ، فتتسبب فى مرور التيار من البطارية ج خلال المقاومة ر (مقاومة عالية جدا) ، فخلال الصمام الضوئى ، ثم مرة ثانية الى البطارية ج • وعلى الرغم من أن هذا التيار صغير جدا ، فان المقاومة ر كبيرة لدرجة تجعل سقوط الجهد عليها ذا قيمة ملحوظة ، فينخفض الجهد عند نقطة س • وبذلك تصبح الشبكة أقل سالبية ، فيمر التيار من البطارية ب فى دائرة مصعد الصمام ويشغل المتمم • وقد يكون المتمم موصلا مع محرك ، لكى يعمل على بدئه أو ايقافه • تستخدم دائرة الصمام الضوئى فى شكل ١٠ ــ ٥٧ بطاريات للتشغيل ولكن من الممكن الحصول على نفس النتائج باستعمال تيار متردد بدلا من التيار المستمر • وشكل ١٠ ــ ٥٨ يبين دائرة مماثلة يستخدم فيها التيار المتردد •

يمكن أن نجعل الصمام الضوئى يؤدى عدة أغراض ، باستخدام عدد من التلامسات على المتمم . وشكل ١٠ ــ ٥٩ يبين استعمالا عاما للصمام الضوئى . وعندما ينقطع سقوط الضوء على الصمام ، بسبب مرور شخص أو شيء بين مصدر الضوء والصمام والضوء للمتمم ، يدور المحرك ، وبذلك يمكن استخدام الصمام الضوئى فى الاستعمالات العامة ، مثل فتح الأبواب وتشغيل الأجهزة الحاسبة ، والنافورات للشرب ، الخ .

تشغيل محرك كبير بوساطة الصمام الضوئى

فى شكل ١٠ ــ ٥٨ ، كان الصمام الضوئى يشغل متمما ، فيقفل هذا بدوره مفتاحا لتشغيل محرك صغير . ومن الممكن أن يشغل هذا بدوره محركا كبيرا . والدوائرة الخاصة بهذا الاستعمال مبينة بشكل ١٠ ــ ٦٠ .

يستخدم مفتاح بقطبين ، وبناحيتين ، وذلك للسماح بالتشغيل ، اما بوساطة صمام ضوئى واما بوساطة محطة ذات زر ضاغط . عندما يقع الضوء على الصمام الضوئى ، يؤدى سقوط الجهد الكبير على المقاومة الى الاقلال من سالبية الشبكة فى صمام التكبير الثلاثى ، فيصبح الصمام موصلا للتيار ، ويتمغطس ملف المتمم . يقفل تلامسات المتمم ، فيتمغطس الملف الحافظ فى المفتاح المغناطيسى بدوره ، ويقفل تلامس المفتاح دائرة المحرك .

وعندما ينقطع سقوط الضوء على الصمام الضوئى ، يتوقف توصيل الصمام الثلاثى للتيار ، فيفتح مفتاح المتمم ، ويتوقف المحرك عن الدوران . وعندما يكون المفتاح ذو القطبين موصلا على ناحية المحطة ذات الزر الضاغط ، فانه يمكن تشغيل المحرك بالضغط باليد على زر البدء .

الدوائر المبينة هنا هى عدد قليل من الدوائر الكثيرة ، التى تستخدم فى تنظيم المحركات الكترونيا . ومعظم دوائر التنظيم بالاجهزة الالكترونية معقدة جدا ، وتحتاج الى دراسة وتحليل مفصلين قبل محاولة تحديد الخلل فيها .

ملحـق

جدول ١ ـ جدول اسلاك النحاس العارية

رقم السلك	قطر السلك بالبوصة	ملات دائرية	الوزن بالرطل لكل ١٠٠٠ قدم	المقاومة بالأوم عند ٥٦٨° فهرنهيت لكل ١٠٠٠ قدم
٠٠٠٠	٠ر٤٦٠٠	٢١١٦٠٠ر٠	٦٤٠ر٥	٠ر٠٤٩٩
٠٠٠	٠ر٤٠٩٦	١٦٧٨٠٠ر٠	٥٠٧ر٩	٠ر٠٦١٨
٠٠	٠ر٣٦٤٨	١٣٣١٠٠ر٠	٤٠٢ر٨	٠ر٠٧٧٩
٠	٠ر٣٢٤٩	١٠٥٥٠٠ر٠	٣١٩ر٥	٠ر٠٩٨٢
١	٠ر٢٨٩٣	٨٣٦٩٤ر٠	٢٥٣ر٣	٠ر١٢٤
٢	٠ر٢٥٧٦	٦٦٣٧٠ر٠	٢٠٠ر٩	٠ر١٥٦
٣	٠ر٢٢٩٤	٥٢٦٣٠ر٠	١٥٩ر٣	٠ر١٩٧
٤	٠ر٢٠٤٣	٤١٧٤٠ر٠	١٢٦ر٤	٠ر٢٤٨
٥	٠ر١٨١٩	٣٣١٠٠ر٠	١٠٠ر٢	٠ر٣١٣
٦	٠ر١٦٢٠	٢٦٢٥٠ر٠	٧٩ر٤٦	٠ر٣٩٥
٧	٠ر١٤٤٣	٢٠٨٢٠ر٠	٦٣ر٠٢	٠ر٤٩٨
٨	٠ر١٢٨٥	١٦٥١٠ر٠	٤٩ر٩٨	٠ر٦٢٨
٩	٠ر١١٤٤	١٣٠٩٠ر٠	٣٩ر٦٣	٠ر٧٩٢
١٠	٠ر١٠١٩	١٠٣٨٠ر٠	٣١ر٤٣	٠ر٩٩٨
١١	٠ر٠٩٠٧٤	٨٢٣٠ر٠	٢٤ر٩٢	١ر٢٦٠
١٢	٠ر٠٨٠٨١	٦٥٣٠ر٠	١٩ر٧٧	١ر٥٨٨
١٣	٠ر٠٧١٩٦	٥١٧٠ر٠	١٥ر٦٨	٢ر٠٠٣
١٤	٠ر٠٦٤٠٨	٤١٠٧ر٠	١٢ر٤٣	٢ر٥٢٥
١٥	٠ر٠٥٧٠٧	٣٢٥٧ر٠	٩ر٨٥٨	٣ر١٨٤
١٦	٠ر٠٥٠٨٢	٢٥٨٣ر٠	٧ر٨١٨	٤ر٠١٦
١٧	٠ر٠٤٥٢٦	٢٠٤٨ر٠	٦ر٢٠٠	٥ر٠٦٤
١٨	٠ر٠٤٠٣٠	١٦٢٤ر٠	٤ر٩١٧	٦ر٣٨٥
١٩	٠ر٠٣٥٨٩	١٢٨٨ر٠	٣ر٨٩٩	٨ر٠٥١
٢٠	٠ر٠٣١٩٦	١٠٢٢ر٠	٣ر٠٩٢	١٠ر١٥
٢١	٠ر٠٢٨٤٦	٨١٠ر١	٢ر٤٥٢	١٢ر٨٠
٢٢	٠ر٠٢٥٣٥	٦٤٢ر٤	١ر٩٤٥	١٦ر١٤
٢٣	٠ر٠٢٢٥٧	٥٠٩ر٥	١ر٥٤٢	٢٠ر٣٦
٢٤	٠ر٠٢٠١٠	٤٠٤ر٠	١ر٢٢٣	٢٥ر٦٧
٢٥	٠ر٠١٧٩٠	٣٢٠ر٤	٠ر٩٦٩٩	٣٢ر٣٧

رقم السلك	قطر السلك بالبوصة	ملات دائرية	الوزن بالرطل لكل ١٠٠٠ قدم	المقاومة بالاوم عند ٦٨ْ فهرنهيت لكل ١٠٠٠ قدم
٢٦	٠ر٠١٥٩٤	٢٥٤ر١	٠ر٧٦٩٢	٤٠ر٨١
٢٧	٠ر٠١٤٢٠	٢٠١ر٥	٠ر٦١٠٠	٥١ر٤٧
٢٨	٠ر٠١٢٦٤	١٥٩ر٨	٠ر٤٨٣٧	٦٤ر٩٠
٢٩	٠ر٠١١٢٦	١٢٦ر٧	٠ر٣٨٣٦	٨١ر٨٣
٣٠	٠ر٠١٠٠٣	١٠٠ر٥	٠ر٣٠٤٢	١٠٣ر٢
٣١	٠ر٠٠٨٩٢	٧٩ر٧٠	٠ر٢٤١٣	١٣٠ر١
٣٢	٠ر٠٠٧٩٥	٦٣ر٢١	٠ر١٩١٣	١٦٤ر١
٣٣	٠ر٠٧٠٨	٥٠ر١٣	٠ر١٥١٧	٢٠٦ر٩
٣٤	٠ر٠٠٦٣٠	٣٩ر٧٥	٠ر١٢٠٣	٢٦٠ر٩
٣٥	٠ر٠٠٥٦١	٣١ر٥٢	٠ر٠٩٥٤٢	٣٢٩ر٠
٣٦	٠ر٠٠٥٠٠	٢٥ر٠٠	٠ر٠٧٥٦٨	٤١٤ر٨
٣٧	٠ر٠٠٤٤٥	١٩ر٨٣	٠ر٠٦٠١	٥٢٣ر١
٣٨	٠ر٠٠٣٩٦	١٥ر٧٢	٠ر٠٤٧٥٩	٦٥٩ر٦
٣٩	٠ر٠٠٣٥٣	١٢ر٤٧	٠ر٠٣٧٧٤	٨٣١ر٨
٤٠	٠ر٠٠٣١٤	٩ر٨٨٨	٠ر٠٢٩٩٠	١٠٤٩ر٠

معلومات اضافية عن أسلاك النحاس

يمكن تذكر جـــدول الاسلاك بمنتهى السهولة ، اذا أمكن حفظ بعض النقط البسيطة ومراعاتها :

١ ــ السلك الذى يصغر سلكا آخر بثلاثة مقاسات له نصف مساحة السلك الاكبر مقاسا • فمثلا سلك النحاس رقم ٢٠ له نصف مساحة السلك رقم ١٧ • وعلى ذلك فان سلكين رقم ٢٠ موصلين على التوازى لهما نفس المساحة الفعلية لسلك رقم ١٧ •

٢ ــ السلك الذى يصغر سلكا آخر بثلاثة مقاسات له ضعف مقاومة السلك الأكبر مقاسا •

٣ ــ السلك الذى يصغر سلكا آخر بثلاثة مقاسات له نصف وزن السلك الأكبر مقاسا •

٤ ـ سلك النحاس رقم١٠ قطره ١٠ر٠ من البوصة تقريبا ، ومساحته ١٠٠٠٠ ميلات دائرية ومقاومته ١ أوم لكل ١٠٠٠ قدم ٠

على الرغم من أنه من المستحسن اعادة لف محرك بنفس مقاس السلك الذى كان مستخدما فى الملفات الأصلية ، فقد تدعو الظروف فى بعض الأحيان الى استعمال مقاس آخر ٠ الجدول الآتى يبين مقاسات الأسلاك المتكافئة ٠

المقاسات المتكافئة للأسلاك

اسلاك لايمكن الحصول عليها	استخدم	أسلاك لايمكن الحصول عليها	استخدم
رقم ١٠	اثنين رقم ١٣	اثنان رقم ٢٨	واحد رقم ٢٥
رقم ١١	اثنين رقم ١٤	اثنان رقم ٢٧	واحد رقم ٢٤
رقم ١٢	اثنين رقم ١٥	اثنان رقم ٢٦	واحد رقم ٢٣
رقم ١٣	اثنين رقم ١٦	اثنان رقم ٢٥	واحد رقم ٢٢
رقم ١٤	اثنين رقم ١٧	اثنان رقم ٢٤	واحد رقم ٢١
رقم ١٥	اثنين رقم ١٨	اثنان رقم ٢٣	واحد رقم ٢٠
رقم ١٦	اثنين رقم ١٩	اثنان رقم ٢٢	واحد رقم ١٩
رقم ١٧	اثنين رقم ٢٠	اثنان رقم ٢١	واحد رقم ١٨
رقم ١٨	اثنين رقم ٢١	اثنان رقم ٢٠	واحد رقم ١٧
رقم ١٩	اثنين رقم ٢٢	اثنان رقم ١٩	واحد رقم ١٦
رقم ٢٠	اثنين رقم ٢٣	اثنان رقم ١٨	واحد رقم ١٥

جدول ٢ ـ تيار المحرك عند الحمل الكامل فى محركات التيار المستمر بالأمبير كل قيمة تمثل المتوسط لجميع السرعات

القدرة بالحصان	١١٥ فولت	٢٣٠ فولت	٥٥٠ فولت
١/٢	٤ر٥	٢ر٣	..
٣/٤	٦ر٥	٣ر٣	١ر٤
١	٨ر٤	٤ر٢	١ر٧
١ ١/٢	١٢ر٥	٦ر٣	٢ر٦
٢	١٦ر١	٨ر٣	٣ر٤
٣	٢٣	١٢ر٣	٥
٥	٤٠	١٩ر٨	٨ر٢
٧ ١/٢	٥٨	٢٨ر٧	١٢
١٠	٧٥	٣٨	١٦
١٥	١١٢	٥٦	٢٣
٢٠	١٤٠	٧٤	٣٠
٢٥	١٨٥	٩٢	٣٨
٣٠	٢٢٠	١١٠	٤٥
٤٠	٢٩٤	١٤٦	٦١
٥٠	٣٦٤	١٨٠	٧٥
٦٠	٤٣٦	٢١٥	٩٠
٧٥	٥٤٠	٢٦٨	١١١
١٠٠	...	٣٥٧	١٤٦
١٢٥	...	٤٤٣	١٨٤
١٥٠	...	...	٢٢٠
٢٠٠	...	...	٢٩٥

الجداول رقم ٢ و ٣ و ٤ و ٥ مأخوذة من
National Electric code

جدول ٣ – تيار الحمل الكامل لمحركات التيار المتردد ذات الوجه الواحد بالأمبير

القدرة بالحصان	١١٠ فولت	٢٢٠ فولت*	٤٤٠ فولت
١/٦	٣ر٣٤	١ر٦٧	–
١/٤	٤ر٨	٢ر٤	–
١/٢	٧	٣ر٥	–
٣/٤	٩ر٤	٤ر٧	–
١	١١	٥ر٥	–
١ ١/٢	١٥ر٢	٧ر٦	–
٢	٢٠	١٠	–
٣	٢٨	١٤	–
٥	٤٦	٢٣	–
٧ ١/٢	٦٨	٣٤	١٧
١٠	٨٦	٤٣	٢١ر٥

* لايجاد تيار الحمل الكامل عند ٢٠٨ فولت ، ٢٠٠ فولت ، أرفع قيمة تيار الحمل الكامل عند ٢٢٠ فولت بمقدار ٦ ، ١٠ فى المائة على وجه الترتيب .

جدول ٤ ـ تيار الحمل الكامل لمحركات التيار المتردد الثنائية الوجه ، بأربعة أسلاك *

القدرة بالحصان	تأثير النوع ، ذات قفص سنجابى ، وعضو دائر ملفوف ، بالامبير			
	١١٠ فولت	٢٢٠ فولت	٤٤٠ فولت	٥٥٠ فولت
½	٣ر٤	٢ر٢	١ر١	٩ر٠
¾	٧ر٤	٤ر٢	٢ر١	٠ر١
١	٧ر٥	٩ر٢	٤ر١	٢ر١
١½	٧ر٧	٤	٢	٦ر١
٢	٤ر١٠	٥	٣	٢
٣	—	٨	٤	٣
٥	—	١٣	٧	٦
٧½	—	١٩	٩	٧
١٠	—	٢٤	١٢	١٠
١٥	—	٣٣	١٦	١٣
٢٠	—	٤٥	٢٣	١٩
٢٥	—	٥٥	٢٨	٢٢
٣٠	—	٦٧	٣٤	٢٧
٤٠	—	٨٨	٤٤	٣٥
٥٠	—	١٠٨	٥٤	٤٣
٦٠	—	١٢٩	٦٥	٥٢
٧٥	—	١٥٦	٧٨	٦٢
١٠٠	—	٢١٢	١٠٦	٨٥
١٢٥	—	٢٦٨	١٣٤	١٠٨
١٥٠	—	٣١١	١٥٥	١٢٤
٢٠٠	—	٤١٥	٢٠٨	١٦٦

* قيمة التيار فى السلك المشترك للتوصيلات الثنائية الوجه ، ذات الثلاثة الاسلاك ، ٤١ر١ من القيمة المعطاة .

جدول ٥ ـ تيار الحمل الكامل لمحركات التيار المتردد الثلاثية الوجه

القدرة بالحصان	تأثير النوع ، ذات قفص سنجابى ، وعضو دائر ملفوف بالأمبير			
	١١٠ فولت	٢٢٠ فولت*	٤٤٠ فولت	٥٥٠ فولت
١/٢	٥	٢ر٥	١ر٣	١
٣/٤	٥ر٤	٢ر٨	١ر٤	١ر١
١	٦ر٦	٣ر٣	١ر٧	١ر٣
١ ١/٢	٩ر٤	٤ر٧	٢ر٤	٢
٢	١٢	٦	٣	٢ر٤
٣	..	٩	٤ر٥	٤
٥	..	١٥	٧ر٥	٦
٧ ١/٢	..	٢٢	١١	٩
١٠	..	٢٧	١٤	١١
١٥	..	٣٨	١٩	١٥
٢٠	..	٥٢	٢٦	٢١
٢٥	..	٦٤	٣٢	٢٦
٣٠	..	٧٧	٣٩	٣١
٤٠	..	١٠١	٥١	٤٠
٥٠	..	١٢٥	٦٣	٥٠
٦٠	..	١٤٩	٧٥	٦٠
٧٥	..	١٨٠	٩٠	٧٢
١٠٠	..	٢٤٦	١٢٣	٩٨
١٢٥	..	٣١٠	١٥٥	١٢٤
١٥٠	..	٣٦٠	١٨٠	١٤٤
٢٠٠	..	٤٨٠	٢٤٠	١٩٥

* لايجاد الحمل الكامل عند ٢٠٨ فولت ، و ٢٠٠ فولت ، ارفع قيمة الحمل الكامل ٢٢٠ فولت بمقدار ٦ ، ١٠ فى المائة على الترتيب .

جدول ٦ ـ السرعات المتزامنة المختلفة

عدد الأقطاب	٦٠ ذبذبة	٥٠ ذبذبة	٤٠ ذبذبة	٢٥ ذبذبة
٢	٣٦٠٠	٣٠٠٠	٢٤٠٠	[illegible]
٤	١٨٠٠	١٥٠٠	١٢٠٠	[illegible]
٦	١٢٠٠	١٠٠٠	٨٠٠	[illegible]
٨	٩٠٠	٧٥٠	٦٠٠	٣٧٥
١٠	٧٢٠	٦٠٠	٤٨٠	٣٠٠
١٢	٦٠٠	٥٠٠	٤٠٠	٢٥٠
١٤	٥١٤ر٢	٤٢٨ر٦	٣٤٣	٢١٤ر٣
١٦	٤٥٠	٣٧٥	٣٠٠	١٨٧ر٥
١٨	٤٠٠	٣٣٣ر٣	٢٦٦ر٦	١٦٦ر٦
٢٠	٣٦٠	٣٠٠	٢٤٠	١٥٠
٢٢	٣٢٧ر٢	٢٧٢ر٦	٢١٨ر٢	١٣٦ر٣
٢٤	٣٠٠	٢٥٠	٢٠٠	١٢٥
٢٦	٢٧٧	٢٣٠ر٨	١٨٤ر٥	١١٥ر٤
٢٨	٢٥٧ر١	٢١٤ر٢	١٧١ر٥	١٠٧ر١
٣٠	٢٤٠	٢٠٠	١٦٠	١٠٠
٣٢	٢٢٥	١٨٧ر٥	١٥٠	٩٣ر٧
٣٤	٢١٢	١٧٦ر٥	١٤١ر١	٨٨ر٢
٣٦	٢٠٠	١٦٦ر٦	١٣٣ر٣	٨٣ر٣
٣٨	١٨٩ر٥	١٥٧ر٩	١٢٦ر٣	٧٨ر٩
٤٠	١٨٠	١٥٠	١٢٠	٧٥
٤٢	١٧١ر٥	١٤٢ر٨	١١٤ر٢	٧١ر٤
٤٤	١٦٣ر٥	١٣٦ر٣	١٠٩	...
٤٦	١٥٦ر٦	١٣٠ر٥	١٠٤ر٣	...
٤٨	١٥٠	١٢٥	١٠٠	
٥٠	١٤٤	١٢٠	٩٦	...
٥٢	١٣٨ر٥	١١٥ر٤	٩٢ر٣	...
٥٤	١٣٣ر٣	١١١ر١	٨٨ر٩	...

فهرس

صفحة

(ت)

صفحة

صفحة

(ث)

(ج)

صفحة

(ح)

(خ)

(د)

صفحة

(ر)

(ز)

(س)

(ش)

(ص)

(ع)

صفحة

صفحة

(غ)

(ف)

(ق)

(ك)

(ل)

قائمة المصطلحات

(أ)

Commutator stone .... احجار الموحد
Testing .... اختبار
القياس من قضيب الى قضيب
Bar-to-bar meter
التماسات الارضية بوساطة الزوام
Grounds, with growler
اختبار بالمحاولة ، الفحص بمجرد النظر
Trial test, visual inspection
Meter tests ... الاختبار باجهزة القياس
Nail test .... الاختبار بالمسمار
Compass test .... اختبار البوصلة
Ground test .... اختبار التماس الارضى
اختبار ملفات المنتج
Armature winding, testing
Testing the leads .... اختبار الاطراف
ثلاثة ملفات لكل مجرى
Three coils per slot
Two coils per slot .. ملفان لكل مجرى
مثالى ، لمحرك صغير
Typical, for small motor
Universal motor المحرك العام
اللف التموجى ، البسيط ، المزدوج والثلاثى
Wave wound, simplex, duplex and triplex
بسيط متقدم
Simplex progressive
بسيط متقهقر
Simplex retrogressive ....
Armature testing ..... اختبار المنتج
Commutator cement .. اسمنت الموحد
Armature repair .... اصلاح المنتج
ملف متماس مع الارض
Ground coil ....
ملف مفتوح ، لف انطباقى
Open coil, lap winding
Wave wing .... لف تموجى
Shorted coil .... ملف مقصور
صلاحات المنظم ، انفجار المصهر
Controller repair, blown out fuse
احتراق ملف المغناطيس
Burned magnet coil
Commutator repairs . اصلاحات الموحد
قضبان متماسة مع الارض
Grounded bars
High bars .... قضبان عالية
High mica .... ميكا عالية
Low bars .... قضبان منخفضة
Shorted bars ..... قضبان مقصورة
Splicing leads .... أطراف مفتولة
Poles .... اقطاب
Interpoles . اقطاب توحيد (اقطاب متوسطة)
Consequent poles ... الاقطاب المتعاقبة
Ammeter .... اميتر
Slip .... انزلاق

(ب)

البادئات على الخط
Starters, across the line
Holding coil .... ملف حافظ
نقطة تلامس حافظة أو مساعدة
Maintaining auxiliary contacts
Main contacts .. نقطة تلامس رئيسية
Manual .... يدوى
Primary resistance مقاومة ابتدائية
مفتاح ذو زر ضاغط
Push button switch
Reduced voltage .... جهد مخفض

بادىء ذو مقاومة بجهد مخفض
Reduced-voltage resistance

العكس على الخط
Reversing across the line

المقاومة الثانوية
Secondary resistance ....

Star delta .... نجمة الدلتا

(ت)

Ionisation .... تاين

Induction .... تاثيرى

التحميض والدهان بالورنيش
Baking and varnishing

Lead swing .... ترحيل الاطراف

التزامن ، بطريقة الاظلام التام
Synchronising all dark method

بطريقة واحد مظلم واثنين مضيئين
One dark and-two light method

تزامن المرددات
Synchronising alternators

تشغيل بالصمام الضوئى
Phototube operation ..

تشغيل على التوازى للمرددات
Paralleling alternators

Overload .... تعدى الحمل

Metalizing .... التعدين

تكوين المنتج ، تنافرى ابدء ، تاثيرى الحركة
Armature construction repulsion start, induction run motor

Grounds .... تماسات ارضية

Phase shift control التنظيم بنقل الوجه

عكس اتجاه دوران محرك تيار مستمر
Reversing a d-c motor

Speed control .... تنظيم السرعة

جهاز الطرد المركزى
Centrifugal device

Resistance method طريقة المقاومة

Tapped field ..... المجال المقسوم

تنظيم المحركات الكترونيا
Electronic control of motors

Mechanical balance .. توازن ميكانيكى

توحيد موجة كاملة
Pull wave rectification ..

توحيد نصف موجة
Half-wave rectification ..

Parallel connection توصيل على التوازى

توصيل ملفات المجال ، طريقة البوصلة
Connecting fields coils, compass method

Nail method .... طريقة المسمار

طريقة التجربة والخطا
Trial and method

Delta connection ...... توصيلة دلتا

توصيلة Y محرك ثلاثى الوجه
Y connection, three-phase motor

Series connections توصيلة على التوالى

Cross connections ... توصيلة متقاطعة

Equalizer connection التوصيلات المعادلة

Plugging .... التنقيل

Alternating current .... تيار متردد

(ث)

ثيراترون على تيار متردد
Thyratron, on alternative current

التنظيم بنقل الوجه
Phase shift control

(ج)

Timing mechanism .... جهاز توقيت

Difinite time ... بوقت محدد

جهاز حرارى لضبط تعدى الحمل
Thermal overload device

Overload device جهاز ضبط تعدى الحمل

جهاز ضبط تعدى الحمل ذو المعدن المزدوج
Bimetallic overload device

جهاز القصر المركزى الطردى
Centrifugal-short-circuiting device

(ح)

Brush holder .... حامل الفرش
End play .... حركة محورية
Stripping .... حلقات انزلاقية
Slip rings ....V حلقات
V rings .... حلقات V فى الموحد
حماية من تعدى احمل
Commutator V rings ....
Overload protection .... حيز جانبى

(خ)

خلل الكراسى واصلاحه ، كراسى متجمدة
Bearing troubles and repair, frozen bearings
Pitch of coils .... خطوة الملفات
Commutator pitch .... خطوة الموحد

(د)

Electrical degrees درجات كهربية
Mechanical degrees . درجات ميكانيكية
Short circuits .... دوائر قصر
Open circuits .... دوائر مفتوحة

(ر)

ربط منتجات التيار المستمر
Banding, d-c armatures
Laminations .... رقائق

(ز)

Growler .... الزوام

(س)

Speed .... سرعة
Synchronous speed . السرعة المتزامنة
Capacity .... السـعة
Effective capacity .... السعة الفعلية
Voltage drop .... سقوط الجهد
Grid bias .... سلبية الشبكة
Wire, bare copper سلك، من النحاس العارى
Synekros .... سينكروات
Receiver .... جهاز استقبال
Transmitter .... جهاز ارسال

(ش)

Reamer .... شـاقة
Grid .... الشبكة
Space charge .... شحنة الحيز

(ص)

صمام ثلاثى الاقطاب ، شبكة ، رمز
Troide tube, grid, symbol
Thyratron tube ...... صمام ثيراترون
Trigger type tube . الصمام ذو الزناد
Electron tubes .... صمامات الكترونية
الأنود أو اللوح (المصعد)
Anode or plate ....
Cathode .... الكاثود (المهبط)
Electrodes .... أقطاب
Envelope .... غلاف
Filaments ..... فتائل (جمع فتيل)
توحيد موجة كاملة
Full-wave rectification
Gas filled .... ممتلئة بالغاز
توحيد نصف موجة
Half-wave rectification
Phototube .... صمام ضوئى
Thyratron .... ثيراترون
Triode ..... صمام ذو ثلاثة أقطاب
Diode tubes .. صمامات ذات قطبين
Gas-filled tubes صمامات ممتلئة بالغاز

صندوق بدء ذو ثلاث نقاط
Three point starting box

Holding coil ...... ملف حافظ

فتح الدائرة باختفاء المجال
No field release

(ع)

Insulation .... عازل

Starting torque .. عزم الدوران الابتدائى

Stator .... العضو الثابت

العضو الدائر ذو القفص السنجابى
Squirrel cage rotor

العضو الدائر ، انحناء العمود
Rotor, bent shaft

Loose bars ..... القضبان محلولة

Slip rings .... حلقات انزلاقية

Squirrel cage .... قفص سنجابى

Wound .... ملفوف

Reversing .... عكس اتجاه الدوران

Reverses .... عكس التوصيلات

(غ)

الغطاءان الجانبيان (الدعامتان الجانبيتان)
End plates (shields, brackets)

(ف)

Span .... فتحة

الفرش ، ذات وصلة ذيل
Brushes, pigtail ....

Dynamic braking . الفرملة ديناميكيا

(ق)

قفل آلى كهربى ميكانيكى
Interlock, electrical mechanical

Counter e.m.f . قوة دافعة كهربية مضادة

Shorts .... قصورات

Commutator bars ..... قضبان الموحد

Mica segments .... قطاعات الميكا

Starting anode .... قطب البدء

قلب حديدى من الرقائق
Laminated iron core

قواطع الدائرة المغناطيسية
Magnetic circuit breakers

(ك)

Ball bearings .... كراسى البلى

Sleeve bearings ...... كراسى اجلبة

(ل)

لحام منتجات التيار المستمر بالقصدير
Soldering d c armatures winding

Winding .... لف أو ملفات

Skein winding .... لف بالحزمة

التغيير من لف يدوى الى لف بالحزمة
Changing hand to skein

Retrogressive winding . لف تقهقرى

Wave winding .... لف تموجى

Loop winding ...... اللف ذو الحيات

Form winding .... اللف على ضبعه

Progressive winding .... لف متقدم

Hand winding .... اللف اليدوى

(م)

Wire clamp .... ماسك السلك

Jogging (or inching) ..... متابعة

Relay .... متمم

متمم تعدى الحمل ذو معدن مزدوج
Overload relay, bimetallic

Heater coil thermal ملف تسخين حرارى

Jogging relay .... متمم متابعة

Plugging relay .... متمم تنقيل

Thermal relays ...... متممات حرارية

Slots .... مجار

مجال مغناطيسى دائر
Rotating magnetic field

Groups .... المجموعات

Repulsion motor .... محرك تنافرى

ملفات التعويض
Compensating winding ......

محرك تنفرى البدء ، تأثيرى الحركة
Repulsion-start, induction, run motor

Brush lifting . ذو الفرش المرفوعة

حوامل فرش كارتريدج
Cartridge brush holder

Cross connections التوصيلات المتقاطعة

Data recording تسجيل المعلومات

Dual voltage .... جهد مزدوج

ملفات ملفوفة على ضبعة
Form wound coils

حوامل الفرش الثابتة
Stationary brush holders

Stripping .... حل

محرك تنافرى ـ تأثيرى
Repulsion-induction motor

ملفات القفص السنجابى فى عزم الدوران الابتدائى
Squirrel cage winding in starting torque

Two voltage ...... مزدوج الجهد

Shunt motor .... محرك توازى

Series motor .... محرك توالى

يدور بدون حمل
Running without load

محرك توالى تأثيرى
Inductive series motor ..

محرك ثلاثى الوجه ، اختبار التوازن
Three-phase motor, balance test

Basket winding ... ملفات السلة

Coil connections . توصيل الملفات

Coil taping ... تغطية الملف بشريط

تغطية الأقطاب المتعاقبة
Consequent-pole connection

Diamond coil .... ملف ماسى

End plates ... الغطاءان الجانبيان

End room ...... حيز جانبى

Excessively hot : زائد السخونة

Gang winding ...... لف جماعى

Ground test اختبار التماس الأرضى

Groups .... مجموعات

طريقة التعرف على نوع التوصيل
How to recognise a connection

التوصيلات القفزة ، طويلة ، قصيرة
Jumper connections, long, short

Odd grouping ... مجموعات فردية

اختبار الدوائر المفتوحة
Open-circuit test

توصيل على التوازى
Parallel connection

Phases .... اوجه

وضع الملفات فى المجارى
Placing coils in slots

Polarity test ..... اختبار القطبية

Poles .... اقطاب

Pole-phase group مجموعة قطب ـ وجه

معاد التوصيل من ثنائى الوجه
Reconnected from two phase

اعادة التوصيل أو اعادة اللف
Reconnecting or rewinding for

Frequency change تغيير الذبذبات

For speed change لتغيير السرعة

For a voltage change لتغيير الجهد

مجموعة ملفات معكوسة
Reversed coil groups

Reversed phases .. اوجه معكوسة

اعادة اللف لتغيير السرعة
Rewind for speed change

اعادة اللف لتغيير الجهد
Rewound for voltage change

لم يدر بالطريقة الملائمة
Running improperly

محرك ثلاثى الوجه، تحميص ودهان بالورنيش
Three-phase motor, baking and varnishing

محرك ثلاثى الوجه ، رسم تخطيطى
Three-phase motor, schematic diagram

Single phasing .... مفرد الوجه

توصيل بطريقة المجموعة المتخطاة
Skip group connection

توصيلة T او توصيلة سكوت
T or Scott connection

توصيل من القمة الى القاع
Top-to-bottom connection

توصيل من القمة الى القمة
Top-to-top connection

Two speed ..... ثنائية السرعة

Two voltage ..... ثنائية الجهد

عملية لف على خطوات
Winding step ......

المحرك ذو مكثف البدء والحركة
Capacitor-start and run motor

Single value ...... مفرد القيمة

ثلاثى السرعة مفرد الوجه
Three speed, single voltage

مزدوج السرعة مفرد الجهد
Two speed, single voltage

Single value ..... مفرد القيمة

Two value .... مزدوج القيمة

مزدوج الجهد ، مفرد القيمة
Two voltage, single value

غير قابل لعكس اتجاه الدوران
Non reversible

مزدوج الجهد، غير قابل لعكس اتجاه الدوران
Two voltage, non reversible

المحرك ذو الوجه المشطور
Split phase motor

محرك مكثف البدء مزدوج السرعة
Two-speed, capacitor-start motor

محركات تنافرية
Repulsion-type motors ...

مصهر منفجر
Blown fuse ....

يعجز عن الوصول الى السرعة المعتادة
Failure to come to speed

يعجز عن البدء
Failure to start ....

يصدر طنينا دون أن يدور
Humming but not running

لم يبدأ دورانة على مايرام
Starting improperly

العيوب ، عدم تلامس الفرش مع الموحد
Troubles, brushes not contacting commutator

رفع الفرش من فوق الموحد قبل الأوان المناسب
Brushes lifting from commutator too quickly

عقد التقصر المكسور
Broken necklace ....

جهاز الطرد المركزى مجمع بطريقة غير سليمة
Centrifugal mechanism improperly assembled

تلتصق الأوزان المركزية الطاردة
Centrifugal weights jammed

حركة محورية زائدة
Excessive end play

Excessive load ... حمل زائد

الشد فى اللولب غير مضبوط
Incorreet tension of spring

قصر دوائر المنتج بوساطة العقد
Necklace shorting armature

تآكل الشفة على حامل الفرشة
Worn lip on brush holder

خطأ فى توصيلات الأطراف
Wrong lead connections

محركات التيار المستمر
Direct-current motors

Brush rigging .... ماسك الفرش

الفرش ليست فى وضع التعادل
Brushes off neutral

Frame .... الاطــــار

Failure to run العجز عن الدوران

Noisy operation التشغيل بضجيج

ضعف تلامس الفرش
Poor brush contact

Running away ينطلق فى الدوران

يدور وهو زائد السخونة
Running hot

Sparking .... يصدر شراراً

يدور بسرعة زائدة
Running too fast ...

الاختبار لمعرفة الأطراف
Test for leads

Tight bearing .. كراسى مشحوطة

Worn bearing ... تآكل الكراسى

خطأفى ترحيل الأطراف
Wrong lead swing

محركات ذات قطب مظلل
Shaded-pale motors

ملف مظلل ، الملامس المغناطيسى
Shading coil, magnetic contactor

محركات الساعة المتزامنة
Synchronous clock motors

Universal motors ..... محركات عامة

معوضة مفردة المجال ، لمجالين
Compensated, single field, two fields

معوضة مفردة مجال موزع
Distributed-field compensated type

Fan motor .... محرك مروحة

محركات عامة ، قلب المجال والملفات
Universal motor, field core and coils

Lead throw .... حذف الطرف

Poor torque .. ضعف عزم الدوران

وضع الأطراف فى الموحد
Position of leads in commutator

Winding procedure طريقة اللف

Synchronous motors · محركات متزامنة

بعضو دائر ذى تنبيه
With excited rotor

بعضو دائر بدون تنبيه
With non excited rotor

قطبيةملف العضو الدائر
Rotor-coil polarity

Fan motor .... محركات المراوح

Floor type .... المراوح الارضية

Shaded pole .... ذو قطب مظلل

Single speed .... مفردة السرعة

Three speed .... ثلاثى السرعة

Two speed .... ثنائى السرعة

Two voltage .... ثنائى الجهد

Unit heater .... وحدة تسخين

Wall and desk . للحائط والمكتب

محركات مزدوجة الجهد
Two-voltage motors ...

محركات مزدوجة القيمة
Two-value motors ..

محركات مفردة القيمة
Single value motors .. ....

Capacitor motors المحركات ذات المكثف

Burned out fuse احتراق المصهر

Capacitors .... مكثفات

مفتاح الطرد المركزى
Centrifugal switch

الغطاءان الجانبيان(أوالدعامتان الجبيتان)
End plates (shields or brackets)

Grounds .... التماسات الأرضية

Compound motors · محركات مركبة

Bucking fields ... مجالان متضادان

متشابه ، أو متباين (جمعى أو فرقى)
Commulative or differential

تواز طويل متشابه
Long-Shunt commulative

تواز طويل متباين
Long-shunt differential

تواز قصير متباين
Short shunt differential

أمام ـ عكس ـ ايقاف
Forward-reverse-stop
Pilot light with .... ضوء مرشد
Start-jog-stop بدء ـ متابعة ـ ايقاف
Start-stop......... بدء ـ ايقاف
Autotransformer .... محول ذاتى

توصيلة الدلتا المفتوحة
Open delta connection
Alternators .... مردات
Paralleling . التشغيل على التوازى

Condition for .... شروط
Method of .... طريقة
Phasing out ...... تناظر الاوجه
Synchronising .... عملية التزامن

معامل تنظيم الجهد فى مولدات التيار المستمر
Voltage regulation of d-c generators
Power factor .... معامل القدرة

المعلومات على لوحة التسمية
Nameplate data ....
Compensator .... المعوض
Manual .... يدوى
Residual magnetism مغناطيسية متبقاة
Drum switch .... مفتاح اسطوانى
Centrifugal switch مفتاح الطرد المركزى
Magnetic switch .... مفتاح مغناطيسى
Blow out coil ..... ملف الاخماد

نقط تلامس تعدى الحمل
Overload contact

مفتاح ، يعمل بطريقة القطع المفاجىء
Switch, snap action
Single phase .... مفرد الوجه
Diverter .... مفرع
Wire size .... مقاس السلك
Condenser .... مكثف

مكثف ذو صندوق نهايات
Terminal-block capacitor

توازٍ قصير متشابه
Short-shunt commulative

محركات مكثف البدء
Capacitor-start motors ..

بمكثف ذى صندوق نهايات
With terminal block capacitor

يمكن عكس اتجاه الدوران فى الحال
Instantly reversible

توصيل على التوازى
Parallel connection
Polarity .... قطبية
Reversing .... عكس
Rewinding .... اعادة اللف
Running winding . ملفات الحركة

مفرد الجهد، يمكن عكس اتجاه دورانه
Single Voltage, externally reversible

ذو المفتاح المغناطيسى
With magnetic switch

غير ممكن عكس اتجاه دورانه
Non reversible
Starting torque عزم الدوران الابتدائى
Starting winding . ملفات البدء
Wih thermostat... بمنظم حرارى

بثلاثة أطراف، ممكن عكس اتجاه دورانه
Three-lead reversible
Two speed .... مزدوج السرعة

يحتوى على مكثفين
With two capacitors

مزدوج الجهد وغير ممكن عكس اتجاه دورانه
Two voltage, non reversible

به جهاز حماية من تعدى الحمل
With overload protection
Reversible ممكن عكس اتجاه دورانه

محطة ذات زر ضاغط
Push button station, connected

موصلة الى مفتاح مغناطيسى
To magnetic switch

الملفات على ضبعة
Form-wound coils ..

التمييز بين الأطراف
Identifying the leads

Insulation ...... العازل ـ العزل
Lap wound ..... اللف الانطباقي
With loops .... ذو الخلية
Simplex .... البسيط
Triplex .... الثلاثي
Lead position ...... موضع الأطراف
Lead swing ..... ترحيل الأطراف
Left handed .... يساري
Loop wound .... ذو الخية
One coil per slot ملف لكل مجرى

وضع الخوابير في المجارى
Placing wedges in slots

ضع المنتج على حصانين
Position for holding armatures
Procedure .... طريقة (اللف)

اللف المتقدم
Progressive connection ...

المحركات التنافرية
Repulsive typemotors

ملف ، ملفان وثلاثة ملفات لكل مجرى
One, two and three coils per slot

اللف المتقهقر
Retrogressive connections

Right handed .... يميني
Sleeving for ..... التغطية بغلاف

لحام الأطراف بالقصدير
Soldering the leads

الرباط بسلك من الصلب
Steel binding ...

Synchronous condenser المكثف المتزامن
Capacitors .... المكثفات
Double unit ... ذو وحدة مزدوجة
Electrolytic . ذو السائل الكهربي
Oil filled .... ممتلئ بالزيت
Paper .... ورقي
Terminal block صندوق النهايات

ملفات التعويض
Compensating winding ...
Holding coil .... ملف حافظ
Lap winding . ملفات انطباقية (مطوية)
Starting winding ...... ملفات البدء
Simplex winding .... ملفات بسيطة
Triplex windings ...... ملفات ثلاثية
Running winding .... ملفات الحركة
Basket winding .... ملفات السلة

ملفات القفص السنجابي
Squirrel cage winding
Field coils .... ملفات المجال
Form .... ضبعة
Duplex windings ...... ملفات مزدوجة

ملفات المنتج التحميص والدهان بالورنيش
Armature winding, baking and
varnishing
Commutator pitch خطوة الموحد

التوصيلات المتقاطعة
Cross connections ..
Cord banding ... الربط بالحبل
Data for .... اخذ المعلومات
d-c .... للتيار المستمر

اللف الانطباقي المزدوج
Duple lap wound

التوصيلات المعادلة
Equalizer connection

تغطية اولف الملفات بالشريط
Taping coil

Drum controller ...... منظم أسطوانى

منظم حد أقصى للتيار
Current-limit controller ...

منظم معلق ، بملف ، بملفين
Lock out controller, one coil, two coils

منظم مغناطيسى ذو وقت محدد
Definite magnetic time controller

بفرملة ديناميكية
With dynamic braking

With joggin .... بزر متابعة

بدرجتى مقاومة
With two steps of resistance

منظم ميكانيكى ذو وقت محدد
Definite mechanical time controller

عجلة وعاء الاحتكاك
Dashpot acceleration

مؤقت ذو تروس بفرملة ميكانيكية
Geared timer with dynamic braking

عجلة مؤقتة بحركة التروس
Geared timing acceleration

منظمات التيار المتردد
Alternating current controllers

ذات المحول الذاتى ، النوع المعوض
Autotransformer-compensator type

Drum type .... الأسطوانية

للمحركات التنافرية
For repulsion motors

على الخط المغناطيسى
Magnetic across-the-line

Plugging .... التبقيل

مفتاح ابدء ذو الزر الضاغط
Push button-switch type

Quick stop .... سريع الوقت

جهد مخفض ذى المقاومة
Reduced voltage resistance

العاكس على الخط
Reversing across the-line

Star-delta type ..... نجمة الدلتا

Two speed ..... منظمات السرعتين

تحديد الخلل واصلاحه
Trouble shooting and repair

منظمات التيار المستمر
Direct current controllers

ريوستات ذو أربع نقط لتغيير السرعة
Four-point speed regulating rheostat

صندوق بدء ذو اربع نقط
Four point starting box

صندوق بدء ذو اربع نقط وريوستات السرعة
Four point starting box and speed regulating rheostat

ذو التلامسات المغلقة
Lock out type ......

قاطعات الدائرة المغناطيسية
Magnetic circuit breakers

متممات تعدى الحمل
Overload relays ...

قاطعات الدائرة الحرارية
Thermal circuit breakers

Thermal relays المتممات الحرارية

صندوق بدء ذو ثلاث نقط
Three point starting box

Rectifier .... موحد

Shorted commutator . موحد مقصور

الموحدات ، تجميعها
Commutator assembly

عمى قطاعات الميكا
Cutting mica segments

Carbonized mica .. ميكا متفحمة

Rough .... خشنة

Reinsulating ...... اعادة العزل

القطع تحت مستوى سطح الموحد
Undercutting

Series generator ...... مولد توال

مولد ذو تنبيه ذاتي
Self-excited generator ..

مولد ذو تنبيه منفصل
Separaterly excited genèrator

Synchronous generator . مولد متزامن

مولد مركب ، خواص التشغيل
Compound generator,
characteristics

مولدات التيار المستمر
Direct current generators

Diverter .... مفرع

مركب معتدل (سطحى)
Flat compounded

فقد المغناطيسية المتبقاة
Loss of residual magnetism

Regulating voltage . الجهد المنظم

تنبيه ذاتي (اثارة ذاتية)
Self excited ....

تنبيه منفصل (اثارة منفصلة)
Separately excited

Series .... توال

Shunt .... تواز

Under compounded . مركب تنازلي

Star connected .... موصل نجمة

Mecrofarades .... ميكروفاراد

(ن)

Neutral point .... نقط التعادل

(و)

وحدة محول مكثف
Transformer capacitor unit

Thermal units .... وحدات حرارية

Dashpot .... وعاء الاحتكاك

(ى)

Sparking .... يصدر شرارا